

**Zeitschrift**  
für  
**Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)**  
**und Pflanzenschutz**

---

Herausgegeben

von

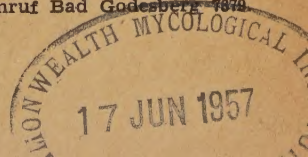
**Professor Dr. Dr. h. c. Hans Blunck**

**64. Band. Jahrgang 1957. Heft 5.**

---

EUGEN ULMER · STUTTGART · GEROKSTRASSE 19  
VERLAG FÜR LANDWIRTSCHAFT, GARTENBAU UND NATURWISSENSCHAFTEN

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Briefe, Manuskripte, Drucksachen usw.) sind zu richten an:  
Prof. Dr. Dr. h. c. H. Blunck, Pech bei Godesberg, Huppenbergstraße, Fernruf Bad Godesberg 7879



# Inhaltsübersicht von Heft 5

## Originalabhandlungen

	Seite
Kanngießner, Walter, Papierelektrophoretische Untersuchung von druckdialytisch konzentrierten Blattextrakten gesunder und viruskranker Tabakpflanzen. Mit 5 Abbildungen und 6 Figuren . . .	257—271
Buhl, Claus, Beobachtungen über das Vorkommen der echten „Hessenfliege“ <i>Mayetiola destructor</i> (Say) in Norddeutschland . .	271—286
Weidner, Herbert, Neuere Anschauungen über die Entstehung der Gallen durch die Einwirkung von Insekten. Mit 5 Abbildungen	287—309

## Berichte

	Seite		Seite		Seite
I. Allgemeines, Grundlegendes und Umfassendes		IV. Pflanzen als Schaderreger		Russ, K. . . . .	317
Maier-Bode & Heddergott . . .	309	Chesters, C. G. C. & Thornton, R. H. .	314	Böhm, O. . . . .	318
Yarwood, C. E. . .	310	Millerd, A. & Scott, K. . . . .	314	Schreier, O. . . . .	318
Shaw, M. & Samborski, D. J. .	310	Schicke, P. . . . .	314	Gaudschau, M. D. .	318
Bakshi, B. K. . . .	310	Vaartaja, O. . . . .	314	Pollich, W., Pirsch, G., Leonhart, H.	
Ullrich, J. . . . .	310	Davis, D. & Dimond, A. E. . .	314	Rupf, H., Wild, H.	318
Brauns, A. . . . .	311	Engelmann, C. . . .	315	Schindler, U. . . .	319
Braun, H. . . . .	311			VI. Krankheiten unbekannter oder kombinierter Ursachen	
Pactl, J. . . . .	311	V. Tiere als Schaderreger		Schönhar, S. . . .	319
III. Viruskrankheiten		Fenwick, D. W. . .	315	VIII. Pflanzenschutz	
Moorhead, E. L. . .	312	Frömming, E. . . .	316	Koppelberg, B. . .	319
Benda, G. T. A. . .	312	Briggs, J. B. . . .	316	Franssen, C. J. H., Wit, S. L. & van Genderen, H. . .	320
Commoner, B. & Basler, E. jr. . . .	312	Weiser, J. & Veber, J. . . . .	316	D'Ans, A. M. & Schulze, B. . . .	320
Schulze, E. . . . .	313	Burmah-Shell Oil. .	317		
Stedel, W. & Blaesens, P. . . .	313				
Quantz, L. . . . .	313				

## Lieferbare Jahrgänge der

## Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz

Bezugspreis Jahrgang 1957 (Umfang 800 Seiten) halbjährlich DM 42.50

Die einzelnen Jahrgänge können nur komplett abgegeben werden.

Band	Jahrgang	DM
18	(Jahrgang 1908)	30.—
„ 23—25 ( „ 1913—15)	je „	30.—
„ 28—32 ( „ 1918—22)	„ „	30.—
„ 33—38 ( „ 1923—28)	„ „	24.—
„ 39 ( „ 1929)	„ „	30.—
„ 40—50 ( „ 1930—40)	„ „	40.—
„ 53 ( „ 1943 Heft 1—7)	„ „	25.—
„ 56 ( „ 1949 erweiterter Umfang)	„ „	46.—
„ 57—59 ( „ 1950—52)	je „	50.60
„ 60—61 ( „ 1953—54)	„ „	68.—
„ 62—63 ( „ 1955—56)	„ „	85.—

Die Vorräte, vor allem der älteren Jahrgänge, sind sehr beschränkt.



ZEITSCHRIFT  
für  
Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)  
und  
Pflanzenschutz

64. Jahrgang

Mai 1957

Heft 5

**Originalabhandlungen**

**Papierelektrophoretische Untersuchung von druckdialytisch  
konzentrierten Blattextrakten  
gesunder und viruskranker Tabakpflanzen**

Von Walter Kanngießer

*Aus der Bayerischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz,  
München*

Mit 5 Abbildungen und 6 Figuren

**I. Einleitung**

Die Kontrolle pflanzlicher Virosen ist ohne ihre Diagnose und die Identifizierung der einzelnen Viren nicht möglich. Die bisher bekannten zahlreichen Verfahren hierzu sind außer der serologischen Diagnose von Kartoffel-X-Virus (Mosaikvirus der Kartoffel) (1a), Kartoffel-Y-Virus (Strichelvirus der Kartoffel) (1b), A- und S-Virus, sowie Pflanzversuchen (Stecklingstest) und Testpflanzenmethoden unspezifischer Natur, denn sie beruhen auf der Bestimmung nur quantitativer Veränderungen verschiedener, auch in den gesunden Vergleichspflanzen vorhandenen Stoffwechselprodukte oder sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe. Die Bildung dieser Stoffe ist in meist noch nicht genügend bekannter Weise von den jeweiligen Klima- und Kultivierungsbedingungen abhängig. Der Einfluß von Licht verschiedener Wellenlänge wurde von U. Ruge (2) untersucht und eine starke Abhängigkeit verschiedener Stoffgruppen von der Wellenlänge gefunden. Die Problematik dieses Diagnoseprinzips wurde durch N. W. Pirie (3) treffend gekennzeichnet: "The physiological plasticity of plants is so great that it is only when two species have been examined after cultivation under a wide range of different conditions that differences in their enzymic or analytical composition become significant."

Noch wenig untersucht, aber spezifischer Natur sind dagegen Diagnoseverfahren, die außer auf dem physikalisch-chemischen Nachweis des Virus-eiweißes selbst auf der Untersuchung und dem eventuellen Nachweis der in den letzten Jahren von angelsächsischen Autoren vielfach beschriebenen „anormalen“, nichtinfektiösen Begleitproteiden bei z. B. tabakmosaikkranken Tabakpflanzen (4) beruhen. Diese Eiweißkörper können elektrophoretisch

nachgewiesen werden. Die Papierelektrophorese (PE) dürfte speziell zu ihrer Untersuchung geeignet sein, denn sie erlaubt sowohl die Anwendung kleinster Substanzmengen als auch eine Differenzierung der elektrophoretisch aufgetrennten Körper in ihre Begleitkomponenten (z. B. Lipide, Nukleinsäuren und Polysaccharide) durch spezifische Anfärbung dieser „prothetischen Gruppen“, ähnlich wie dies bei der Sudanschwarzfärbung der Lipoproteide nach B. Swahn (5) bei der PE von Serum geschieht.

Außer auf den Versuch eines Nachweises der nichtinfektiösen anormalen Virusbegleitproteide wurde in dieser Arbeit Wert auf die elektrophoretische Untersuchung des Gesamtkomplexes der im Protoplasma gesunder Pflanzen vorkommenden Proteide gelegt, da angenommen werden darf, daß die Lösung vieler Fragen der Pflanzenphysiologie und Biochemie durch Erkenntnisse über die Art dieser Proteide gefördert werden könnte.

Nach den bisherigen Erfahrungen bei der PE von Pflanzenpreßsäften, Homogenisaten oder nach den verschiedensten Methoden gewonnenen Extrakten waren wenig Fortschritte zu erzielen gewesen. Die wenigen Arbeiten hierüber sind widerspruchsvoll (6) infolge der nicht übereinstimmenden Extraktions- und Elektrophoresebedingungen. Es wurden 2–3 Zonen unterschiedlicher Konzentration und Wanderungsgeschwindigkeit gefunden. Die methodischen Schwierigkeiten sind bedingt durch

1. die schlechte Reproduzierbarkeit der Zerkleinerung beim Verreiben der Pflanzen von Hand im Mörser,
2. die zu geringe Eiweißkonzentration (0,5–1,5% statt 6% bei Serum) derartig gewonnener Extrakte und die damit verbundene Notwendigkeit, eine zu große (30–40 cbmm statt 10 cbmm), auf dem Papier verlaufende Menge zur PE zu bringen,
3. die Labilität der Blattproteide und ihre ständig fortschreitende fermentative Veränderung durch die Menge der mitextrahierten Fermente und
4. die Beimengung störender, untypische Zonen verursachender niedermolekularer Körper (anorganische und organische Salze, Saccharide, Aminosäuren und Peptide usw.).

Aus diesen Gründen waren einige methodische Vorarbeiten notwendig, die die Reproduzierbarkeit der Versuche anstrebten.

## II. Aufarbeitung der Blätter

### 1. Standardisierung der Zerkleinerung

Die verschiedenen zum Zerkleinern oder Vermahlen von frischen Geweben in der Literatur beschriebenen Geräte waren nach langjähriger Prüfung vor allem bei Vorliegen kleiner Blattmengen ungeeignet, da sie entweder nicht genügend zerkleinerten oder eine zu starke Berührung des Gutes mit Luft bedingten. Dagegen ergab die Zerkleinerung beliebig geringer Blattmengen im Homogenisator nach Bühler (verschränkte Messer, 45000 Umdrehungen/Minute) unter Zusatz von Glycerin und (oder) einer inerten mit Wasser nicht mischbaren Suspendierungsflüssigkeit (Xylol, Dekalin oder Paraffinöl) befriedigend reproduzierbare Ergebnisse. Die Verwendung einer Suspendierungsflüssigkeit ist notwendig, da die Messer sonst nicht fassen. Bei Zusatz von Glycerin wird die Verdünnung zunächst in Kauf genommen. Tabakblätter können auf diese Weise nach 3–5 Minuten bis auf Reste einiger Epidermiszellverbände bis zu den Chloroplasten und Grana zerkleinert werden<sup>1)</sup>. Zusatz von lipophilen Suspendierungsmitteln führte auch bei deren

<sup>1)</sup> Fr. Dr. H. Ernst danke ich für die mikroskopische Untersuchung des Homogenisates.



völliger Unlöslichkeit in Wasser zur Denaturierung und Ausflockung der löslichen Chromoproteide. Die Homogenisate wurden bei 13000 U/min klar zentrifugiert, wobei sich die Zelltrümmer absetzen.

## 2. Konzentrierung der hochmolekularen Inhaltsstoffe durch Druckdialyse in dünner Schicht

Alls bisher bekannten Verfahren zur Konzentrierung leicht veränderlicher Eiweißlösungen, wie es in besonderem Maße die Preßsäfte aus Blättern sind, führen infolge der Unbeständigkeit zumindest eines Teiles der zu gewinnenden Körper zu deren Denaturierung und Ausflockung. Sogar die zur Zeit schonendsten Methoden wie Gefriertrocknung und Ultrazentrifugierung sind von partieller Denaturierung begleitet. Das abwechselnde Gefrierenlassen und Auftauen wird ja bei der Viruspräparation zur Abtrennung der Begleitstoffe verwendet. Schon L. Eggman, S. J. Singer und S. G. Wildman (7) stellten die Veränderlichkeit ihres „Fraktion-I-Proteins“ während abwechselnder Ammoniumsulfatfällung und Ultrazentrifugierung fest, und B. Commoner und M. Yamada (8) trennten das „normale“ Nukleoprotein von den virösen Begleitkomponenten durch längeres Ultrazentrifugieren ab. Da in der vorliegenden Arbeit möglichst alle hochmolekularen Inhaltsstoffe des Preßsaftes untersucht werden sollten, um auch sehr leicht denaturierbare Komponenten labiler Viren fassen zu können, waren diese Verfahren ungeeignet.

Mit Hilfe einer neu entwickelten Dialyseapparatur (9) ist es dagegen möglich, glycerinische Homogenisate grüner Blätter ohne merkliche Denaturierung und Flockung zu konzentrieren. Dabei erfolgt die Dialyse unter Druck und in dünner Schicht, um eine möglichste Beschleunigung des Vorganges zu erreichen. Die verwendete Cellophanmembran von Kalle wird in einem geringen Abstand von 1,2 mm über einen Kunststoffstab gezogen und beiderseitig durch Gummistopfen verschlossen. Der Zu- und Ablauf der zu dialysierenden Lösung erfolgt durch Bohrungen an den Enden des Stabes. In einer äußeren, durch die Gummistopfen verschlossenen Röhre, die zur Verhinderung des Platzens der Membran mit Glasperlen gefüllt ist, strömt die Pufferlösung. Die Pufferlösung wird durch ein Wasserstrahlvakuum auf einen Unterdruck von 10 mm Hg gebracht. Einzelheiten der Anordnung sind in der Zschr. f. physiol. Chemie **302**, 151 (1955) beschrieben. Das Verfahren bietet den Vorteil, alle hochmolekularen Inhaltsstoffe zu gleicher Zeit konzentrieren und in das bei der Elektrophorese benötigte Ionenmilieu überführen zu können. Da Aminosäuren, Peptide oder andere höhermolekulare Körper nur sehr langsam dialysieren, muß ein möglichst hoher Wirkungsgrad bei der Dialyse angestrebt werden. Es wurde auf diese Weise bei Verwendung der später beschriebenen glycerinischen Pufferlösung eine Konzentrierung bis zu  $\frac{1}{40}$  des Anfangsvolumens ohne Denaturierung von Chloroplastin erreicht (9). Da Chloroplastin einer der labilsten Eiweißkörper ist, darf die Brauchbarkeit der Methode auch für andere empfindliche Körper angenommen werden.

## 3. Versuche zur Ausschaltung sekundärer Veränderungen

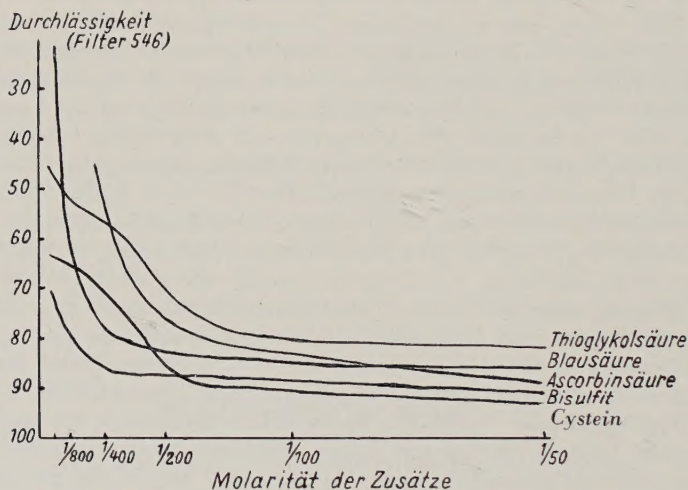
Die sekundären Veränderungen pflanzlicher Preßsäfte oder Homogenisate sind nach dem Stand unseres heutigen Wissens bedingt durch

- a) die leichte „Denaturierbarkeit“ dieser Körper, deren genaue Ursache unbekannt ist, die aber mit der, wie wir später sehen werden, zusammengesetzten Natur dieser Proteide zusammenhängen dürfte,

- b) Veränderungen durch die Menge der mitextrahierten löslichen Zellfermente (z. B. Oxydasen, Proteinasen, Lipasen, Nukleotidasen und Nukleinsäuredepolymerasen) und durch
- c) Autoxydation sauerstoffempfindlicher Körper, z. B. Lipoproteide.

Die leichte Denaturierbarkeit kann erfolgreich durch Arbeiten in glycerinischen Lösungen gemindert werden, die beim Arbeiten mit tierischen Viren verwendet werden. Aber auch phytopathogene Viren besitzen nach H. Klebahn, A. Gratia und P. Manil sowie R. Bercks (10) in Glycerinlösungen ein Vielfaches ihrer normalen Haltbarkeitsdauer. Das Arbeiten in glycerinischer Lösung hat außerdem den Vorteil, Virus- und Eiweißlösungen bei Temperaturen unter Null in der Kühltruhe aufbewahren zu können, ohne daß sie durch Gefrieren Veränderungen erleiden, oder die Isolierung und Analyse bei diesen Temperaturen durchführen zu können. Über elektrophoretische Versuche hierzu soll später berichtet werden.

Um die nachträglichen fermentativen Veränderungen der Homogenisate zu verhindern, deren oxydative Richtung an der ständig fortschreitenden Bräunung der Säfte zu erkennen ist, würden systematische Versuche gemacht, die Aufarbeitung der Blätter unter Zusatz von Fermentgiften oder Substratantagonisten durchzuführen. Wegen der leichten Meßbarkeit der Saftbräunung



Figur 1. Hemmung der Knollensaftbräunung durch Fermentgifte und Substratantagonisten (Messung der Durchlässigkeit mit Filter 546).

wurde vor allem die Oxydation untersucht. Da nach amerikanischen Befunden (11) aus bisher unbekannten Gründen bereits bei  $p_H$  6,5 die Flockung eines Teiles der Eiweißbestandteile beginnt, wurde der  $p_H$ -Wert bei allen Operationen bei 7,5 gehalten. Zusätzlich wurde durch Arbeiten in einem Ascorbinat-Sulfit-Puffer auch der  $r_H$ -Wert konstant bei 17 gehalten.

Sulfit-Ionen scheinen keinen schädigenden Einfluß auf Viren zu haben, denn von L. M. Black (12) wurden Asternviren in einem Sulfitpuffer erfolgreich übertragen. Figur 1 zeigt einige dieser Versuche unter Zusatz von HCN, Thioglykolsäure, Ascorbinsäure, Bisulfit und Cystein. Thioharnstoff gibt



ähnliche Kurven. Gemessen wurde die Bräunung von Kartoffelknollen-homogenisaten nach Zentrifugieren und 24stündigem Stehen in halbgefüllten offenen Reagenzgläsern. Obwohl stets eine Durchschnittsprobe der gleichen 6 Knollen genommen wurde, sind Maximal- und Minimalbräunungen bei jedem Versuche verschieden. Bei einigen der zugesetzten Stoffe hat die Saftbräunung schon bei  $1/200$ – $1/100$  Molen ihr Minimum erreicht. Nimmt man die Saftbräunung als Maß der nachträglichen fermentativen Veränderungen durch Oxydasen, so müßten diese Veränderungen verhindert werden können. Bei Verwendung des obengenannten Puffers in je  $1/60$  molarer Konzentration konnte denn auch die lästige Saftbräunung oder Schwärzung während der Aufarbeitung und der Elektrophorese vermieden werden.

Die Ausschaltung anderer Fermente ist bisher noch nicht gelungen. Einige Versuche mit Jodessigsäure, 2,4-Dinitrophenol und NaF hatten jedenfalls keinen Einfluß auf das elektrophoretische Bild.

### III. Papieroelektrophorese der konzentrierten Blattextrakte

#### 1. Gesunde Pflanzen

##### Experimentelles

Es wurden 40 g Blätter von in gutem Wuchs befindlichen Tabakpflanzen (Samsum) unter Zusatz von 36 ccm Glycerin und 316 mg Kaliumsulfat<sup>1)</sup> ( $1/20$  Mol auf Blattmenge berechnet) 3–5 Minuten im Homogenisator nach Bühler unter Kühlung mit Leitungswasser homogenisiert. Kühlung mit Eis oder Sole hatte in einigen Kontrollen keinen Einfluß auf das elektrophoretische Bild. Der entstandene dickflüssige Brei wird 20 Minuten bei 13000 U/min zentrifugiert, ein manchmal vorhandenes leichtes Sediment, das nach mikroskopischem Befund hauptsächlich aus Grana und Chloroplastentrümmern bestand, wurde abgehoben und die tiefgrüne, nur leicht opaleszierende Flüssigkeit filtriert. Sie wurde in der beschriebenen Apparatur innerhalb von etwa 12 Stunden gegen einen Puffer, der je  $1/60$  Mol Kaliumacetat, Ascorbinsäure und Kaliumsulfat enthielt und mit seinem halben Volumen Glycerin versetzt war, dialysiert. Der Puffer wurde mit der Glaselektrode unter Zufügen konzentrierter KOH auf pH 7,5 gestellt. Der rH-Wert betrug 17. Es wurden meist 20 ccm des glycerinischen Homogenisates auf 0,5 ccm eingeengt, d. h. auf  $1/40$  des Anfangsvolumens oder auf etwa  $1/20$  des Saftvolumens. Der Eiweißgehalt dieser Konzentrate betrug 5–7%. Die Konsistenz war viskos, die Farbe grün bei stärkerer Opaleszenz als bei den Homogenisaten. Bei Verwendung einer lipophilen Zusatzflüssigkeit beim Homogenisieren waren die Konzentrate hellgelb, etwa in der Beschaffenheit eines Serums.

##### Ergebnisse

Die PE dieser Lösungen in der Elphor-H-Apparatur nach Graßmann und Hannig (3 Stunden Laufzeit, 400 Volt, 0,8 mA/Streifen, Auftragsmenge 10 cbmm) ergab die Aufteilung in 3 mit Amidoschwarz anfärbbare Zonen: Eine Unbewegliche, die auch das vorhandene Chloroplastin enthielt, und zwei verschieden schnell wandernde Zonen, die sich jedoch auch bei stark verlängerten Laufzeiten nicht vollständig voneinander trennen lassen. Die Streifen wurden nach Färbung mit Amidoschwarz entweder im Photometer nach Graßmann und Hannig vermessen oder photographiert. Auf Abbildung 1a sehen wir zum Vergleich Serumalbumin in 2,5%iger Konzentration und auf Abbildung 1b ein Konzentrat, das mit dem gleichen Volumen Serumalbumin in ebenfalls 2,5%iger Lösung vermischt worden war. Abbildung 1c zeigt

<sup>1)</sup> In späteren Versuchen wurde Natriumsulfat und Natriumbisulfat im Verhältnis 4:1 verwendet.



das Konzentrat ohne Zusatz. Man erkennt, daß die Wanderungsgeschwindigkeit der schneller beweglichen Zone des Konzentrates zwischen derjenigen der langsameren Zone und derjenigen des Albumins liegt. Abbildung 1d zeigt dasselbe Konzentrat nach mehrwöchigem Stehenlassen bei Zimmertemperatur, bei dem ein Teil der Proteide ausflockt. Diese Anteile werden abzentrifugiert. Die unbewegliche Zone ist verschwunden, und die bewegliche Zone ist nicht mehr unterteilt, ihre Wanderungsgeschwindigkeit erscheint erhöht. Aus Abbildung 1b–d erkennt man, daß die Blattproteide nicht so gut zu trennen sind wie Serumproteide und daß ihre klare Auftrennung durch Adsorptionen an das Papier gestört wird. Dies scheint allgemein bei Zellproteiden der Fall zu sein (13). Die Adsorptionsstörungen konnten bisher auch durch Verwendung anderer Trägermaterialien nicht verhindert werden. Eine geringe, wenn auch nicht entscheidende Verbesserung konnte durch Veresterung saurer Gruppen des Papiers durch Diazomethan erzielt werden. Mit Diazomethanpapier gelang z. B. die Auftrennung von Clupein, das sehr stark vom Papier adsorbiert wird, in 2 Zonen (14).

Die PE von auf die gleiche Weise hergestellten Konzentraten aus Tomaten- oder Kartoffelblättern ergab dasselbe Bild wie beim Tabak. Werden die in Glycerinpuffer angereicherten Proteide durch Dialyse in Veronalpuffer vom  $p_H$  8,6 oder in Boratpuffer vom  $p_H$  9,1 überführt, so ergibt die PE in diesen Puffern nur eine einzige bewegliche Zone. Serum ergibt in Glycerinpuffer unter den gleichen Versuchsbedingungen nur 3 Zonen.

Bei der PE von Konzentraten, die ohne Redoxpufferung hergestellt worden waren, ergab sich außer der unbeweglichen Zone nur eine einzige weitere Zone. Interessanterweise war dies auch bei Blausäurezusatz in  $\frac{1}{100}$  molarer Konzentration der Fall, obwohl aus Abbildung 1 hervorgeht, daß die Saftoxydation bei dieser Konzentration sehr gut gehemmt wird. Ob Blausäure die Proteinase aktiviert hat, mag dahingestellt bleiben.

Im Gegensatz zu den bisher in der Literatur beschriebenen 2–3 Zonen (6), die in wechselnder Stärke auch bei der freien Elektrophorese gefunden worden waren (15), ist bei dem beschriebenen Verfahren das elektrophoretische Bild bei allen bisher untersuchten Blättern innerhalb der Fehlergrenzen der PE gut reproduzierbar. Bestimmungen der Beweglichkeiten wurden außer den Vergleichen mit Albumin nicht unternommen, da dies bei der PE nicht mit befriedigender Genauigkeit durchführbar ist.

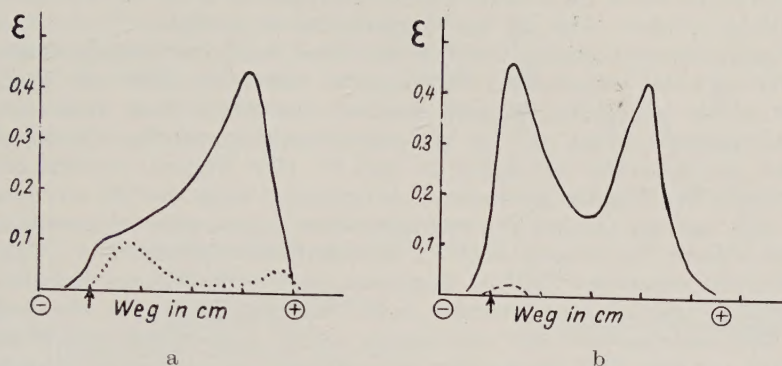
Die papierelektrophoretische Bestimmung des isoelektrischen Punktes bei  $p_H$ -Werten zwischen 2,5 und 9,5 ergab die Umladung der Hauptzone der Proteide zwischen  $p_H$  4,8 und 5,0 (16). Der isoelektrische Punkt einer von B. Commoner, Ph. Newmark und S. D. Rodenberg (17) als „Gruppe A“ bezeichneten elektrophoretischen Eiweißzone gesunder Pflanzen wurde von den Autoren zwischen  $p_H$  4,6 und 5,5 angegeben.

## 2. Papierelektrophoretischer Vergleich der konzentrierten Blattextrakte gesunder und viruskranker Pflanzen [Infektion mit Tabakmosaikvirus (TMV), Tomatenmosaikvirus (ToMV) und Kartoffelmosaikvirus (KXV)]

Bei frisch hergestellten Konzentraten aus den Blättern gesunder und viruskranker Pflanzen ergaben sich keine außerhalb der Fehlergrenzen liegenden Unterschiede zwischen gesund und krank. Läßt man die Konzentrate jedoch einige Wochen bei Zimmertemperatur stehen, wobei mit dem Chloro-



plastin die an der Auftragstelle stehenbleibenden Proteide ausflocken (Abb. 1 c bzw. d), so ist bei kranken Pflanzen direkt neben der Auftragstelle eine extrem schwer bewegliche Zone zu bemerken (Figur 2a und b).



Figur 2a und b. Vergleich gealterter Konzentrate gesunder und tomatenmosaikkranker Tabakblätter (ausgezogene Linien).

a) Gealtertes Konzentrat aus gesunden Pflanzen.

b) Gealtertes Konzentrat aus kranken Pflanzen.

(Versuchsbedingungen wie vorher.) (Photometrische Auswertung.)

Die Homogenisierung unter Zusatz von Dekalin führt zur sofortigen Denaturierung und Ausflockung der an der Auftragstelle stehenbleibenden Anteile. Abbildung 2a und b zeigt dies bei gesunden und TMV-kranken Pflanzen. Die

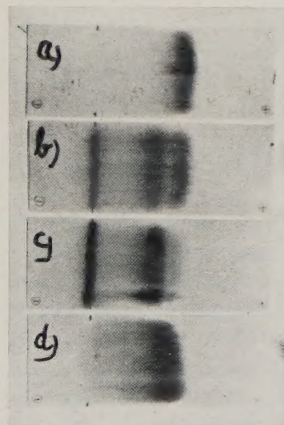


Abb. 1 (a bis d). Vergleich der löslichen Proteide gesunder Tabakblätter bei frischen und gealterten Konzentraten mit Serumalbumin. (Kaliumascorbinat-sulfit-acetat puffer mit  $\frac{1}{2}$  Vol. Glycerin vom pH 7,5 und rH 17; 3 Stunden/400 Volt/ 0,8mA pro Streifen).

Abb. 2 (a bis e). Vergleich virusfreier und virushaltiger Lösungen.

a) Konzentrat aus gesunden Tabakblättern unter Dekalin homogenisiert.

b) Konzentrat aus TMV-kranken Blättern unter Dekalin homogenisiert.

c) Gealtertes Konzentrat wie b) unter Zusatz von TMV.

d) Sediment des Konzentrates KXX-kranker Tabakblätter.

e) Sediment des Konzentrates TMV-kranker Blätter. (Versuchsbedingungen wie vorher.)

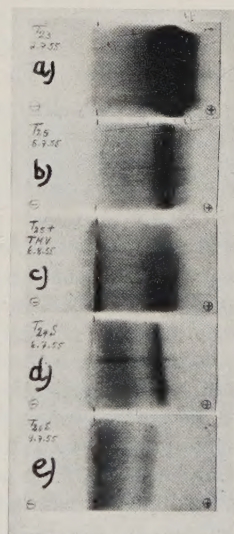
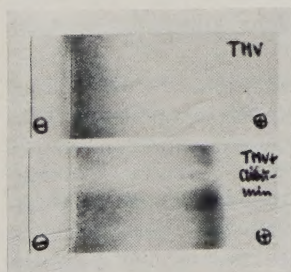


Abb. 3. Gereinigtes Tabakmosaikvirus ohne und mit Zusatz von Serumalbumin. (Versuchsbedingungen wie vorher.)

Viruskonzentration ist allerdings nur noch gering, weil die Hauptmenge des TMV beim Zentrifugieren der Konzentrate in ein weiter unten beschriebenes lösliches Sediment geht. Im Gegensatz zu den bei der Alterung stattfindenden Veränderungen bleibt die Zweiteilung der beweglichen Zone bei der Dekalinbehandlung erhalten (Abb. 1d im Vergleich mit 2a und 2b).

Papierelektrophoretische Versuche mit einem durch fraktionierte Ammonsulfatfällung selbst hergestellten TMV ergaben, daß reines TMV eine ähnliche extrem schwer bewegliche, langsam anodisch wandernde Zone direkt neben der Auftragsstelle bildet, wie sie bei gealterten Konzentraten viruskranker Pflanzen zu bemerken ist (Figur 2a und b). (Die Figuren wurden durch Photometrie der Streifen gewonnen.) Abbildung 3 zeigt die PE von reinem TMV ohne und mit Zusatz von vergleichsweise zugesetztem Serumalbumin.

Bei Zusatz von reinem TMV zu Konzentraten viruskranker Pflanzen erscheint das zugesetzte TMV im Gegensatz zu dem im frischen Konzentrat befindlichen Virus als sehr schmaler, hoher Gradient (Abb. 2c). Das präparierte TMV unterscheidet sich demnach in seinem papierelektrophoretischen Verhalten von dem TMV des frischen Konzentrates, es ist schwerer beweglich. Bei der freien Elektrophorese nach Tiselius oder Antweiler ist es dagegen normal beweglich. Es wird angenommen, daß diese Unterschiede mit dem Aggregationszustand der Teilchen und den damit verbundenen Adsorptionseffekten am Papier zusammenhängen. Ähnliche Unterschiede der Beweglichkeiten wurden bei der PE von Desoxyribonukleinsäuren gefunden (18). Eine nach R. Signer und W. Schwander hergestellte hochmolekulare Desoxyribonukleinsäure aus Kalbsthymus ist im Gegensatz zu einem käuflichen Präparat von Bayer praktisch unbeweglich.

Bei einer dialytischen Konzentrierung, die über  $1/40$  des Anfangsvolumens hinausgeht, kann nach dem Zentrifugieren der Konzentrate aus tabakmosaik- oder kartoffelmosaikkranken Pflanzen ein lösliches Sediment gewonnen werden, das nach papierelektrophoretischer Auftrennung unter den gewählten Bedingungen zu den Abbildungen 2d und e führt. Es sind mehr oder weniger schwer bewegliche Virus-Zonen zu erkennen, die sich von der Auftragstelle zur Anodenseite erstrecken. Abbildung 2d zeigt ein lösliches Sediment aus KXV-kranken Tabakblättern und Abb. 2e eines aus TMV-kranken Blättern. Das angereicherte Virus dieser Sedimente wird im Gegensatz zu dem präparierten TMV weniger stark vom Papier adsorbiert. Die sich über mehrere Tage erstreckende Präparation des TMV hat offenbar, wie dies aus zahlreichen physikalisch-chemischen Untersuchungen bekannt ist, zu einer Aggregation der Virusteilchen geführt. Die von W. M. Takahashi und M. Ishii (20) sowie B. Commoner und M. Yamada (21) gefundene Aggregationsneigung der nukleinsäurefreien „anormalen“ Proteide zu morphologisch mit TMV identischen, aber nicht infektiösen Teilchen in Abhängigkeit vom Ionenmilieu bildet eine gewisse Parallele zum Verhalten der „fertigen“ Virusteilchen. Die PE eröffnet somit Möglichkeiten der Bestimmung des Polymerisationsgrades von Viruslösungen.

Die leichter beweglichen Anteile der löslichen Sedimente in Abbildung 2d und e scheinen nicht den „normalen“ Proteiden zu entsprechen, ihre Beweglichkeit erscheint vermindert. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob es sich bei diesen Körpern um Proteide handelt, die in gesunden Pflanzen nicht vorkommen. Die weiter unten beschriebene Anfärbung der Nukleinsäuren ergab, daß diese unbekannten Zonen im Gegensatz zu der Viruszone nicht phosphorhaltig sind. Bei der dialytischen Konzentrierung der Homoge-

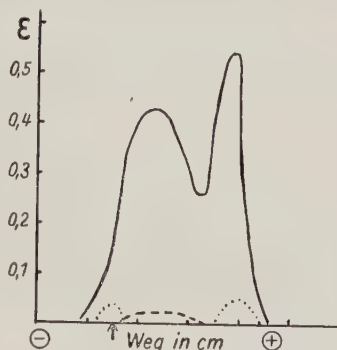


nisate gesunder Pflanzen waren keine derartigen Körper zu beobachten gewesen. Die verminderte Beweglichkeit der unbekannten Zonen ist nicht auf Adsorptionseffekte des Papiers zurückzuführen, denn sehr verdünnte Lösungen der normalen Haupteiweißkomponente behielten ihre Beweglichkeit unabhängig vom Verdünnungsgrad bei. Figur 3 zeigt Eiweißfärbung, Nukleinsäurefärbung und Lipoidfärbung eines den Abbildungen 2d und 2e entsprechenden Elektropherogrammes.

Figur 3. Lösliches Sediment eines Konzentrates kartoffelmosaikkranker Blätter.

—— = Eiweißfärbung;  
 - - - - = Nukleinsäurefärbung;  
 ..... = Lipoidfärbung.

(Versuchsbedingungen wie vorher.)

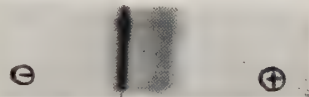


### 3. Papieroelektrophoretische Analyse nichtproteidischer freier oder an Eiweiß gebundener Komponenten in den Konzentraten aus gesunden oder viruskranken Blättern

Die Amidoschwarzfärbung umfaßt lediglich die Eiweißbestandteile der untersuchten Körper. Da jedoch auch unter anderem Lipide, Saccharide und Polysaccharide sowie Nukleinsäuren in gebundener oder freier Form zu erwarten sind, wurde die Analyse dieser Komponenten versucht.

a) Die Anfärbung der Elektrophoresestreifen nach E. Köiv und A. Grönwall (22), die zum Nachweis der an Eiweiß gebundenen Kohlehydrate im Serum benutzt wird (Oxydation cis-ständiger Oxygruppen durch Perjodsäure zu Aldehyden und deren Nachweis mit fuchsin-schweiflicher Säure), ließ erkennen,

Abb. 4. Anfärbung der Kohlehydrate nach Köiv und Grönwall bei einem Konzentrat gesunder Blätter. (Halbe Laufzeit.)



daß die durch dieses Verfahren nachweisbaren Kohlehydrate oder deren Polymere an Eiweiß gebunden zu sein scheinen. Um eine stärkere Färbung zu erreichen, wurde die Laufzeit bei diesen Versuchen auf die Hälfte verkürzt. Die feuchten Streifen wurden im Zeitpunkt der stärksten Rotfärbung photographiert, da die Färbung unbeständig ist. Voraussetzung bei dieser Färbung ist, wie ja auch bei der Färbung mit Amidoschwarz, daß der entstehende Farbkomplex im Färbegrad und in der Entwicklungsflüssigkeit unlöslich ist und bleibt. Lösliche Stärke und freie Kohlehydrate geben keine Färbung bei diesem Verfahren. In Abbildung 4 sehen wir ein Konzentrat aus gesunden Blättern. Wir finden eine ähnliche Dreiteilung wie bei der Färbung mit Amidoschwarz (Abb. 1c). Die stehenbleibende Zone ist hier relativ stärker gefärbt, während die bewegliche Doppelzone in ihrer relativen Farbstärke der Eiweißfärbung entspricht. Da nach oben Gesagtem keine löslichen Kohlehydrate vorliegen können, wird angenommen, daß es sich um Kohlehydrate handelt, die an Eiweiß gebunden sind.

Um diese Frage weiter zu prüfen, wurden die hochmolekularen Bestandteile der Konzentrate durch Dialyse in einen Boratpuffer vom pH 9.1 über-

führt. Es erfolgte bei der PE keine stärkere Differenzierung der nach E. Kõiv und A. Grönwall gefärbten Streifen, und die Eiweißfärbung stimmt mit der Kohlehydratfärbung völlig überein. Lägen freie Kohlehydrate vor, so hätten sich Unterschiede ergeben müssen.

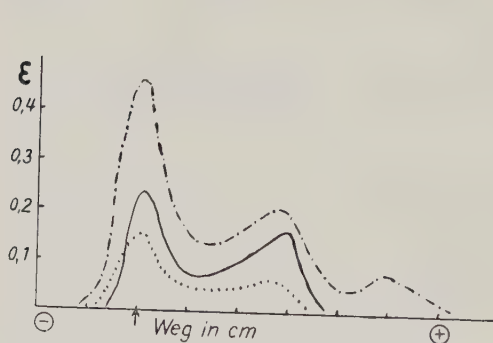
Analysen der mit Ammonsulfat fraktionierten löslichen Proteide gesunder und rollkranker Kartoffelblätter hatten ebenfalls einen hohen Kohlehydratgehalt der Proteide ergeben (Tabelle 1).

Tabelle 1. Kohlehydratgehalt der löslichen Proteide gesunder und rollkranker Kartoffelblätter (Sorte: Ackersegen)

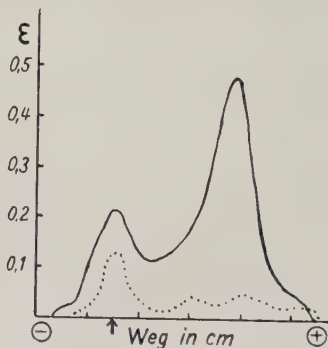
Bestimmung nach G. Holzmann, R. V. Mac Allister und Niemann (23)

Ammonsulfat- konzentration in Prozent Sättigung	Gesunde Pflanzen Prozent Kohlehydrat	Rollkranke Pflanzen Prozent Kohlehydrat
20	12,5	13,5
30	7,2	7,9
50	11,1	12,2
70	31,6	29,0

b) Auch die Färbung der Lipoidbestandteile der Eiweißkörper mit Sudanschwarz (5) entsprach im wesentlichen der Zonenverteilung bei der Amidoschwarzfärbung, es ergaben sich zwei bewegliche Zonen mit der Wanderungsgeschwindigkeit der Eiweißzonen und eine am Start stehenbleibende Zone, die wie bei Kohlehydratfärbung meist stärker ist als die Färbung der beweglichen Anteile. Trotz der starken Saftkonzentrierung kann die Sudanschwarzfärbung nur selten gut reproduzierbar ausgemessen werden. Dies wurde kürzlich von F. Dietrich (24) auch bei quantitativen Analysen der Lipoidfärbung von Serumproteiden bestätigt. Figur 5 zeigt die Eiweißfärbung



Figur 4. Viktoriablaufärbung im Vergleich mit Eiweiß- und Lipoidfärbung bei vergilbenden Blättern. — — — — = Viktoriablaufärbung; — — — — = Eiweißfärbung; ..... = Lipoidfärbung. (Versuchsbedingungen wie vorher.)



Figur 5. Eiweiß- und Lipoidfärbung eines frischen Konzentrates aus gesunden Tabakblättern. — — — — = Eiweißfärbung; ..... = Lipoidfärbung. (Versuchsbedingungen wie vorher.)

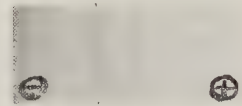
im Vergleich mit der Lipoidfärbung bei einem Konzentrat aus gesunden Pflanzen. Typische Unterschiede zwischen gesund und krank konnten dabei in keinem Falle gefunden werden. Lipoidfärbungen sind auch in den Figuren 2, 3 und 4 als punktierte Linien verzeichnet.



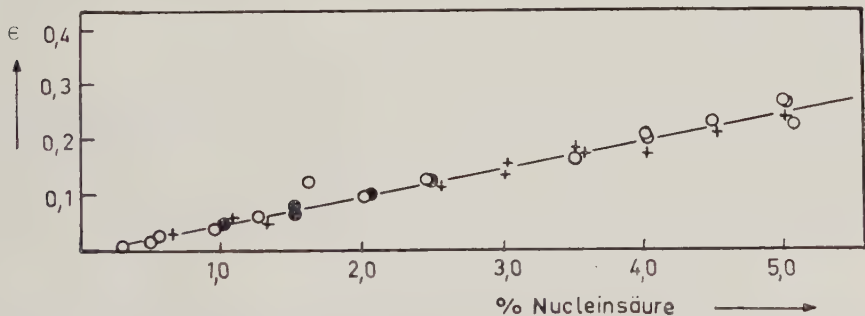
c) Nach W. Kanngießner (25) läßt sich die Nukleinsäurekomponente synthetischer Nukleoproteide durch Blaufärbung mit einem schwefelsauren Molybdänblaureagens nach Sch. Zinzadze (26) auf Papier quantitativ bestimmen. Da dieses Reagens jedoch auch auf Phosphatide anspricht, müssen die Streifen vor dem Färben mit Methanol ausgekocht werden. Da die Anwesenheit anderer Phosphorproteide im Pflanzensaft nicht bekannt ist und bisher noch keine phosphorfreien nieder- oder hochmolekularen färbbaren Substanzen gefunden wurden, kann eine Blaufärbung nach dem Entfernen der Phosphatide auf Nukleinsäure bezogen werden.

Das nach Zinzadze hergestellte Reagens wird mit Wasser verdünnt, so daß keine Zerstörung des Papiers erfolgt. Die Streifen werden 1–2 Minuten gefärbt und sofort mehrmals mit Methanol säurefrei gewaschen. Es ergab sich eine geringe Blaufärbung der Zonen, die jedoch zum Vermessen zu gering war und auch bei verkürzten Laufzeiten nur photographisch registriert werden konnte (Abb. 5). Wieder war wie bei allen anderen Färbverfahren eine Zweiteilung der beweglichen Anteile vorhanden. Auf Abbildung 5 sieht man infolge

Abb. 5. Nukleinsäurefärbung eines frischen Konzentrates aus gesunden Tabakblättern mit schwefelsaurem Molybdänblaureagens nach Zinzadze. (Versuchsbedingungen wie vorher, halbe Laufzeit.)



der geringen Farbintensität neben der unbeweglichen Zone nur die Hauptzone. Bei Anwesenheit von Virus (Tomatenmosaik oder TMV) kann jedoch in gealterten Konzentraten, in löslichen Sedimenten oder auch bei nachträglichem Anreichern mit TMV mit dem Photometer nach Graßmann und Hannig eine durchschnittliche Extinktion von 0,01 gemessen werden. Diese Extinktion entspricht nach einer früher aufgestellten Eichkurve (Figur 6) einer ungefähren Nukleinsäurekonzentration von 0,3% im Konzentrat. Bei einer



Figur 6. Eichkurve verschiedener Nukleinsäuren nach Färbung mit Molybdänblaureagens und photometrischer Auswertung. (Je 20 cbmm als runder Fleck aufgetragen.)

Eiweißkonzentration von 6% im Konzentrat würde sich ein Nukleinsäuregehalt von 5% des Eiweißes ergeben. Dies entspricht etwa der im TMV und KXV vorhandenen Nukleinsäuremenge. Die gestrichelten Kurven in Figur 2b und 3 zeigen die Nukleinsäurefärbung eines gealterten Konzentrates tomatenmosaikviruskranker Pflanzen und ein beim dialytischen Konzentrieren entstandenes lösliches Sediment aus dem Homogenisat KXV-kranker Blätter.

Die Nukleinsäurefärbung der „normalen“ Proteide gesunder oder kranker Pflanzen unterliegt in den einzelnen Versuchen starken quantitativen Schwankungen, wodurch die Beobachtungen von N. W. Pirie und L. Eggman (27), die in den Nukleoproteiden gesunder Pflanzen Schwankungen des Nukleinsäuregehaltes von 1,5 bis 30% fanden, bestätigt werden. Die gefundene Nukleinsäuremenge scheint von der Art der Präparation abzuhängen, je schonender und schneller diese vor sich geht, desto mehr Nukleinsäure wird gefunden. B. Commoner und M. Yamada (8) konnten durch langdauerndes Ultrazentrifugieren die in gesunden Pflanzen vorhandenen Nukleoproteide vollkommen entfernen. In den beschriebenen gealterten Konzentraten konnten außer Virus dementsprechend keine Nukleoproteide nach der PE mehr gefunden werden. Auch bei der Ammonsulfatfraktionierung erfolgte in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von L. Eggman die Abspaltung der phosphorhaltigen Bestandteile; in den gefriergetrockneten Präparaten aus Kartoffelblättern, deren Darstellung sich mehrere Tage hingezogen hatte (Tabelle 1), war kein Phosphor mehr enthalten.

d) Bei der Anfärbung der Elektropherogramme mit Viktoriablau (0,05%ig, Entwickeln in 2%iger Essigsäure), wobei sowohl Eiweiß als auch saure, hochmolekulare Nichteiweißkörper wie Polyuronsäuren, Nukleinsäuren und Gerbstoffe erfaßt werden, wurde in manchen Fällen eine breite, den wandernden Proteiden vorauslaufende Zone gefunden (Figur 4). Diese Zone färbte weder mit Amidoschwarz noch nach Köiv und Grönwall.

Von pflanzenphysiologischem Interesse mag es auch sein, daß der Anteil der mit Viktoriablau färbbaren Hochmolekularen bei vergilbenden Blättern bei gleichzeitiger Minderung des Eiweißes stark ansteigt (Figur 4).

#### IV. Die freie Elektrophorese der Konzentrate gesunder Pflanzen im Mikroelektrophoresegerät

Durchgeführt nach Antweiler bestätigte sie im wesentlichen die Befunde der PE. Es ergab sich wie bei der PE auch nach extrem langer Laufzeit keine völlige Trennung der beiden beweglichen Komponenten.

Für die Überlassung der Mosaikstämme möchte ich Herrn Reg.-Rat Dr. H. A. Ueschdraweit, Berlin-Dahlem, und für die Überlassung des Kartoffel-X-Stammes Herrn Dipl.-Landwirt J. Wendland meinen Dank aussprechen. Der Bayrischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz und vor allem Herrn Reg.-Rat Dr. F. Sprau danke ich besonders für das stetige Interesse bei der Arbeit und anregende Diskussionen. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft möchte ich meinen Dank für die Bereitstellung der Mittel zur Durchführung der Arbeit ausdrücken.

#### Zusammenfassung

1. Mit einer Druckdialyseeinrichtung unter Verwendung eines glycerinischen Ascorbinsäure-Sulfit-Puffers konnten sowohl die Denaturierung als auch die Oxydation der löslichen Proteide grüner Blätter bei der Aufarbeitung und Konzentrierung zum Zwecke ihrer papierelektrophoretischen Analyse weitgehend verhindert und reproduzierbare Versuchsbedingungen geschaffen werden.
2. Die papierelektrophoretische Analyse der durch Chloroplastin grün gefärbten Lösungen in der bei ihrer Konzentrierung verwendeten Pufferlösung ergab nach Anfärbung mit Amidoschwarz eine Aufteilung in 3 Eiweißzonen. Eine an der Auftragstelle stehenbleibende Zone enthält vorhandenes Chloroplastin, während die beiden beweglichen Zonen



ungefähr der Beweglichkeit von Serumalbumin entsprechen. Die beweglichen Zonen lassen sich auch durch freie Elektrophorese in der Antweiler-Apparatur nicht völlig voneinander trennen.

3. Der isoelektrische Punkt der Hauptmenge der Eiweißkörper gesunder Blätter liegt zwischen  $p_H$  4,8 und 5,0.
4. Beim Stehenlassen der Konzentrate aus gesunden Pflanzen oder beim Homogenisieren mit Dekalin flocken die unbeweglichen Anteile aus. Die Untersuchung viruskranker Pflanzen ergibt, daß vorhandenes Viruseiweiß bei diesen Vorbehandlungen unverändert bleibt und nach der Papieroelektrophorese als extrem langsam zur Anode wandernde Zone durch spezifische Anfärbung seiner Nukleinsäurekomponente dicht neben der Auftragstelle nachgewiesen werden kann.
5. Beim Zentrifugieren der Konzentrate aus kranken Pflanzen wird ein lösliches Sediment gewonnen, das neben angereichertem Viruseiweiß ein Eiweiß enthält, dessen Beweglichkeit nicht den in gesunden Pflanzen enthaltenen Eiweißkörpern entspricht.
6. Die selektive Anfärbung der Lipoid-, Kohlehydrat- und Nukleinsäurekomponente der Proteide ergab nur quantitative Unterschiede der Farbverteilung bei gleicher Unterteilung der Zonen. Die löslichen Proteide grüner Blätter scheinen Eiweiß-Lipoid-Kohlehydrat-Nukleinsäurekomplexe zu enthalten.

#### Summary

1. With the aid of a pressure dialysis apparatus and the use of a buffer containing potassiumascorbinate, potassiumsulphite and glycerol the denaturation and oxydation of proteins from green leaves could be prevented to a great extent on grinding the leaves and concentrating the press-sap for paper electrophoresis.
2. The paper electrophoresis of the green chloroplastin containing solutions using the buffer above mentioned, produced 3 zones after the paper stripes had been dyed by means of „Amidoschwarz 10 B“. The unmoved zone contains the green pigments, while the velocity of the two moving zones corresponds to that of serum albumin. These two moving zones can't be wholly separated even if using free electrophoresis in the Antweiler micro-apparatus.
3. The isoelectric point of the main protein component from healthy tobacco leaves is to be found between  $p_H$  4,8 and 5,0.
4. By leaving the concentrate from healthy plants unmoved for some time or by homogenizing the leaves with dekaline, the unmoved proteins become insoluble and can be separated by centrifugation. The examination of the concentrates from virus infected plants shows, that virus protein remains unchanged on these conditions and can be detected as an extremely slowly moving or unmoving zone after paper electrophoresis. This zone can be coloured either with „Amidoschwarz“ or with a specific reagents which only colours nucleic acids or other phosphorus containing highmolekular substances.
5. Zentrifugating the concentrates from diseased plants, there remains an insoluble sediment containing besides enriched virus protein another protein, the mobility of which does' nt correspond to the mobility range of the main component of healthy leaves.
6. The selective dyeing of the lipid, carbohydrate and nucleic acid components of the above described proteins from healthy green leaves produced only quantitative differences of the colour distribution, the protein zones being equally subdivided. The soluble proteins from green tobacco leaves therefore seem to be complex compounds containing proteins, lipids, carbohydrates and nucleic acids.

## Literatur

- 1a. Stapp, C.: *Angew. Chem.* **56**, 77(1943);  
Stapp, C. und Bercks, R.: *Phytopath. Ztschr.* **15**, 47 (1948).
- 1b. Marcus, O.: Pflanzenschutzamt Kassel, Mündl. Mitteilung.
2. Ruge, U.: *Ztschr. f. Botanik* **42** (1954).
3. Pirie, N. W.: *Modern Methods of Plant Analysis* von K. Peach und M. V. Tracey, Bd. IV, S. 35, Springer-Verlag (1955).
4. Bawden, F. C. und Pirie, N. W.: *Brit. J. exp. Pathol.* **18**, 275 (1937); *Proc. Roy. Soc. (London)*, Ser. B, **123**, 274 (1937); *Brit. J. exp. Pathol.* **26**, 294 (1945);  
Bawden, F. C. und Sheffield, F. M.: *Ann. appl. Biology* **26**, 102 (1939);  
Sigurgeirsson, T. und Stanley, W. M.: *Phytopathology* **37**, 26 (1947);  
Markham, R. und Smith, K.: *Parasitology* **39**, 330 (1949);  
Markham, R., Matthews, R. und Smith, K.: *Nature (London)* **162**, 88 (1948);  
Markham, R.: *Discuss. Faraday Soc.* **11**, 221 (1952);  
Hoyle, L.: *Brit. J. exp. Pathol.* **29**, 390 (1948);  
Jeener, R. und Lemoine, P.: *Arch. int. Physiol.* **60**, 547 (1952); *Nature (London)* **171**, 935 (1953);  
Takahashi, W. und Ishii, M.: *Nature (London)* **169**, 419 (1952); *Amer. J. Bot.* **40**, 85 (1953);  
Commoner, B., Newmark, P. und Rodenberg, S. D.: *Arch. Biochem. Biophysics* **37**, 15 (1952);  
Fleming, M. und Jordan, D. O.: *Discuss. Faraday Soc.* **13**, 217 (1953);  
Jeener, R., Lemoine, P. und Lavand'Homme, C.: *Biochim. Biophysica Acta* **13**, 161 (1954); **14**, 321 (1954);  
Commoner, B. und Yamada, M.: *The Journal of General Physiology* **38**, 459 (1955);  
Commoner, B. und Rodenberg, D. S.: ebenda **38**, 475 (1955).
5. Swahn, B.: *Scand. Journ. Clin. Lab. Invest.* **4**, 98 (1952).
6. Gray, A.: *Arch. Biochem. a. Biophys.* **38**, 305 (1952);  
Kanngiesser, W.: *Phytopath. Z.* **18**, 447 (1952);  
Schwarze, P.: *Naturwiss.* **40**, 21 (1953);  
Pfeil, E. und Kanngiesser, W.: *Z. f. physiol. Chem.* **296**, 79 (1954);  
Schneider, G. und Sparmann, G.: *Naturwiss.* **42**, 391 (1955);  
Kanngiesser, W.: *Naturwiss.* **42**, 631 (1955).
7. Eggman, L., Singer, S. J. und Wildman, S. G.: *Journ. biol. Chem.* **205**, 969 (1953).
8. Commoner, B. und Yamada, M.: *The Journ. of General Physiology* **38**, 459 (1955).
9. Kanngiesser, W.: *Z. f. physiol. Chem.* **302**, 151 (1955).
10. Klebahn, H.: *Planta* **6**, 40 (1928);  
Gratia, A. und Manil, P.: *Arch. f. gesamte Virusforschung* **1**, 21 (1939/40);  
Bercks, R.: *Phytopath. Z.* **16**, 508 (1950).
11. Wildman, S. G. und Jagendorf, A. T.: *Ann. Rev. of Biochem.* **3**, 131 (1952).
12. Black, L. M.: *Phytopathology* **45**, 209 (1955).
13. Mariani, A. und Toschi, G.: *Rend. Ist. Super. Sanità* **16**, 148 (1953);  
Adjutantis, G.: *Nature (London)* **173**, 539 (1954);  
Demling, L., Hinzelmeyer, H. und Henning, N.: *Z. f. exp. Med.* **122**, 416 (1954).
14. Kanngiesser, W.: Unveröffentlicht.
15. Frampton, V. L. und Takahashi, W. N.: *Arch. Biochem.* **4**, 249 (1944);  
*Phytopathologie* **36**, 127 (1946).  
Wildman, S. G. und Bonner J.: *Arch. Biochem.* **14**, 381 (1947);  
Singer, S. J., Eggman, L., Campbell, J. M. und Wildman, S. G.: *Journ. biol. Chem.* **197**, 233 (1952);  
Eggman, L., Singer, S. J. und Wildman, S. G.: *J. biol. Chem.* **205**, 969 (1953).
16. Kanngiesser, W.: *Naturwiss.* **43**, 470 (1956).
17. Commoner, B., Newmark, Ph. und Rodenberg, S. D.: *Arch. Biochem. a. Biophys.* **37**, 15 (1952).
18. Kanngiesser, W.: *Naturwiss.* **38**, 503 (1951);  
Schümmelfeder, N. und Heyer, W.: *Naturwiss.* **41**, 164 (1954).
19. Signer, R. und Schwander, W.: *Helv. Chim. Acta* **32**, 853 (1949).
20. Takahashi, W. M. und Ishii, M.: *Am. J. Bot.* **40**, 85 (1953).
21. Commoner, B. und Yamada, M.: l. c.



22. Kôiv, E. und Grönwall, A.: Scand. J. Lab. Clin. Invest. **4**, 244 (1952).
23. Holzmänn, G., MacAllister, R. V. und Niemann: J. biol. Chem. **171**, 27 (1947) (in Hinsberg-Lang, Mediz. Chemie S. 209).
24. Dietrich, F.: Z. f. physiol. Chem. **302**, 227 (1955).
25. Kanngiesser, W.: ebenda **291**, 247 (1952).
26. Zinzadze, Sch.: Z. f. Pflanzenern., Düng. und Bodenk. A **16**, 126 (1930); Ind. Engng. Chem. **27**, 24 (1935).
27. Pirie, N. W.: Biochem. J. **47**, 614 (1950); Eggman, L., Singer S. J. und Wildman, S. G.: J. biol. Chem. **205**, 969 (1953).
28. Raudonat, H. W.: Naturwiss. **42**, 648 (1956).

## Beobachtungen über das Vorkommen der echten „Hessenfliege“ *Mayetiola destructor* (Say) in Norddeutschland

Von Claus Buhl

Biologische Bundesanstalt, Institut für Getreide-, Ölfucht- und Futterpflanzenbau,  
Kiel-Kitzeberg

Im Herbst 1955 bekamen wir eine Einsendung erkrankter Roggenklone aus dem Emsland zur Untersuchung. An den schon weitgehend abgestorbenen Pflanzen wurden zwischen Blattscheide und Haupttrieb dicht oberhalb des Wurzelansatzes Puparien einer Gallmücke gefunden, die unsere besondere Aufmerksamkeit erregten, zumal erst Bollow (2) kürzlich über die von ihm neu benannte Roggengallmücke *Mayetiola secalis* Bollow aus dem süddeutschen Raum berichtet hatte. Bei Aufzucht der Mücken zeigte sich aber, daß es sich hier nicht um die Roggengallmücke handeln konnte, sondern um die altbekannte Hessenmücke *Mayetiola destructor* (Say). Alle gezogenen Exemplare waren nicht rötlich-ockerfarben, wie Bollow seine neue Art beschreibt, sondern zeigten deutlich eine schwarz-rote Körperfarbe, die auch Bollow als ein typisches Unterscheidungsmerkmal für die Hessenmücke angibt. Trocken aufbewahrte Stücke wurden rein schwarz, da das Rot fast vollständig verschwindet. Ein Vergleich mit Hessenmückenmaterial aus den USA<sup>1)</sup> bestätigte unseren Befund. Ebenso hat der bekannte Gallmückenspezialist Barnes<sup>2)</sup> unser Gallmückenmaterial geprüft und ist zu dem gleichen Ergebnis gekommen.

Im folgenden soll über unsere Beobachtungen berichtet werden.

### I. Auftreten im Emsland

In einer im Heidesandgebiet des Emslandes unweit der holländischen Grenze gelegenen Zuchtstation werden zur Erprobung eines neuen Zuchtverfahrens Roggenklone gehalten. Zu diesem Zweck werden die Roggenpflanzen durch photoperiodische Einflüsse am Schossen gehindert und verbleiben längere Zeit in dem sogenannten „Grass Stadium“. Diese Roggenklone stehen entweder im Gewächshaus oder kommen in die Zuchtgärten des Freilandes. Diese kurze Erklärung ist zum Verständnis der nachfolgenden Untersuchungen notwendig.

<sup>1)</sup> Dem US. National Museum, United States Department of Agriculture, Washington, und dem Kansas State College, Department of Entomology, Manhattan, danke ich auch an dieser Stelle für Unterstützung der Arbeit durch Übersendung von Material.

<sup>2)</sup> Herrn Dr. H. F. Barnes, Harpenden, sage ich für die Nachprüfung der Bestimmung herzlichen Dank.

Ein erster Besuch fand im Emsland am 16. Mai 1956 statt. Unsere besondere Aufmerksamkeit galt damals Roggenklonen, die seit dem Herbst 1955 an der Seite eines größeren Roggenschlages im Freiland standen. 32 bereits abgestorbene Pflanzen wurden aufgenommen und im Labor auf den Besatz mit Puparien untersucht. Das Ergebnis war: 368 Puparien, von denen 301 leer und nur 67 noch voll waren. Aus den vollen schlüpften bei Weiterhaltung im Labor keine Mücken mehr, sondern 125 kleine Proctotrupiden. Der Flug der Mücken war also bereits beendet. Eiablage war an die in den Zuchtgärten des Freilandes stehenden Roggenklone, die sich das ganze Jahr über in einem jederzeit belegungsfähigen Entwicklungsstadium befinden, und die mit dem Schossen beginnenden Konsum-Roggenbestände erfolgt. Hier wurden auch die Puparien der ersten, der Frühjahrs-Generation, bei dem zweiten Besuch am 30. Juni gefunden. Sie lagen an den ausgeschößten, jetzt über mannshohen Roggenpflanzen fast ausschließlich dicht oberhalb des untersten Halmknotens zwischen Blattscheide und Halm. An dieser Stelle waren die befallenen Roggenhalme häufig umgeknickt oder ganz abgebrochen. Waren sie nur umgeknickt, so konnte sich der Halm mit Hilfe der folgenden Halmknoten wieder aufrichten, so daß die Ähre aufrecht stand. Die Ähren solcher Pflanzen zeigten aber nur kümmerlichen Kornansatz. Bei den Roggenklonen waren die Puparien dicht oberhalb des Wurzelansatzes zwischen Blattscheide und Stengel zu finden.

Im allgemeinen war der Befall auch in den Zuchtgärten nur gering und schien sich überdies im wesentlichen auf Nachschosser zu beschränken. Jedenfalls waren an diesen in der Regel weit häufiger Puparien zu finden als an den kräftiger entwickelten Haupttrieben. In einem Roggenfeldbestand, an dessen einer Seite im Frühjahr die stark *Mayetiola*-befallenen Roggenklone entnommen worden waren, wurden nur nach längerem Nachsuchen befallene Roggenhalme gefunden. Außerhalb der Zuchtstation, in den bäuerlichen Roggenbeständen des Emslandes wurden weder *Mayetiola*-Puparien noch -Larven nachgewiesen. Die Gallmücke wird auch hier sicher vorkommen, doch nur so vereinzelt, daß sie im Rahmen einer nur eintägigen Feldkontrolle nicht oder nur zufällig erfaßt werden konnte.

Die Imagines der zweiten Generation, der Sommergeneration, erschienen, wie aus den mit Puparien aus dem Emsland erzielten Zuchtergebnissen gefolgert werden muß, schon früh, und zwar in der Zeit von Juli bis Anfang September (siehe Tabelle 1). Die Aufzucht der Puparien, die am 30. 6. und 11. 7. eingetragen worden waren, erfolgte zwar im Gewächshaus. Der Sommer in Kitzeberg war aber im allgemeinen kühl und regnerisch, so daß in den Gewächshäusern keine höheren Temperaturen auftraten. Trotzdem muß hier mit einer Entwicklungsbeschleunigung gegenüber dem Freiland gerechnet werden. Nach Laboratoriumsuntersuchungen wird diese kaum mehr als 10 Tage betragen haben, so daß also angenommen werden kann, daß die Mücken der zweiten Generation in der Zeit vom 10. 7. bis 10. 9. mit Schwerpunkt 20. 7. bis 10. 9. geflogen sind. In dieser Zeit stehen den Mücken normale Roggenbestände zur Belegung noch nicht zur Verfügung, da die Saatzeiten im Emsland selbst für sehr frühen Roggen nicht vor Ende September liegen. Solche Bestände liefern auch frühestens Anfang Oktober belegungsfähige Pflanzen. Normal wird der Roggen in diesem Gebiet sogar erst im Oktober bestellt. Später Roggen kommt in der ersten Novemberhälfte in die Erde. Auch Futterroggen, der im Mai grün zum Verfüttern oder Einsilieren geschnitten werden soll, wird normalerweise erst Mitte September gedrilt. Eine sehr frühe Futterroggenaussaat kann wohl auch schon Anfang September



Tabelle 1. *Mayetiola destructor* (Say). Emsland 1956

Schlupf der Vollkerfe aus Puparien, die am 30. 6., 11. 7 und 3. 8. im Freiland eingetragen worden waren. Das Puparienmaterial vom 30. 8. und 11. 7. wurde im Gewächshaus, das vom 3. 8. im Freiland weitergehalten.

Datum	Puparien vom 30. 6.		Puparien vom 11. 7.		Puparien vom 3. 8.	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1.-10. Juli. . . . .	11	7	—	—	—	—
11.-20. Juli. . . . .	11	20	—	1	—	—
21.-31. Juli. . . . .	1	1	9	32	—	—
1.-10. August . . . . .	—	—	3	16	—	—
11.-20. August . . . . .	—	—	—	1	5	9
21.-31. August . . . . .	—	—	—	—	16	16
1.-10. September. . . . .	—	—	—	—	15	16
11.-20. September. . . . .	—	—	—	—	1	1
21.-30. September. . . . .	—	—	—	—	—	—
1.-10. Oktober. . . . .	—	—	—	—	—	—
11.-20. Oktober. . . . .	—	—	—	—	—	—
21.-31. Oktober. . . . .	—	—	—	—	—	—

erfolgen (1956 3. 9.). In jedem Fall werden aber höchstens Nachzügler der zweiten Generation in diesen Beständen belegungsfähige Pflanzen finden. Die Masse der Mücken wird auf Ausfallgetreide angewiesen sein, das unter den beschriebenen Verhältnissen normalerweise im August, oft schon Ende Juli, aufwächst. Hinzu kommt für die speziellen Verhältnisse der emsländischen Zuchtstation, daß die Roggenklone ab Ende April in den Zuchtgärten laufend das ganze Jahr über den Gallmücken zur Eiablage zur Verfügung stehen. Die Beobachtungen dort deuten aber darauf hin, daß Klone bestimmten Alters von der Mücke zur Eiablage bevorzugt werden.

Eine am 24. 10. an Ort und Stelle erfolgte weitere Feldkontrolle bestätigte in vollem Umfang diese Überlegungen. Die Winterroggenfeldbestände waren zu dieser Zeit gerade so weit aufgelaufen, daß die Reihen gut zu sehen waren. An diesen Pflanzen wurden keine Puparien gefunden. Desgleichen waren an den schon kräftig entwickelten Futterroggenpflanzen sowie an Hafer-Ausfallpflanzen keine Puparien nachzuweisen. Dagegen enthielten 5463 aus Roggenfeldbeständen untersuchte Ausfallpflanzen 430 Puparien, von denen 78 noch weiß, also nicht ausgefärbt waren (siehe Tabelle 2). Eine Kon-

Tabelle 2. *Mayetiola destructor* (Say). Emsland 1956

Untersuchung von Ausfallgetreide auf das Vorhandensein von Puparien der 2. Generation

Datum	Feld-Bezeichnung	Getreideart	Anzahl der untersuchten Pflanzen	Anzahl der gefundenen Puparien
24. Oktober	Hauptschlag	Roggen	3764	336
	Wetterstation	Roggen	1570	86
	Schlag 7 (Klee)	Roggen	129	8
		Hafer	1863	—
10. Dezember	Schlag 7 (Klee)	Roggen	2886	102
	Schlag 7 (Klee)	Roggen	889	—
	Wetterstation	Roggen	4305	14

trolle der gleichfalls noch im Versuchsgarten im Freiland stehenden Roggenklone auf *Mayetiola*-Befall konnte leider nicht erfolgen, da aus diesen Beständen keine Pflanzen entnommen werden durften. 129 Roggenausfallpflanzen, die wir aus einem nach Roggen stehenden Stoppelkleebestand zogen, enthielten 8 Puparien. Der überwiegende Teil der Puparien wurde also bei dieser Feldkontrolle fast ausschließlich in Roggenausfallpflanzen gefunden; und das wird die Regel sein. Weizen wird in diesem Gebiet nicht angebaut.

In 224 Roggenstoppeln wurden 16 Puparien gefunden, von denen 13 leer waren und 3 parasitierte Larven enthielten. Bei diesen Puparien handelte es sich einwandfrei noch um die erste, die Frühjahrgeneration.

Von den im Ausfallroggen gefundenen Puparien waren nur drei leer, vermutlich geschlüpft. Eine stichprobenweise Nachprüfung des Entwicklungsstadiums der anderen Puparien ergab, daß diese nur Larven, aber keine Puppen enthielten. Bei der fortgeschrittenen Jahreszeit konnte also für dieses Jahr nicht mehr mit einem Schlüpfen von Mücken gerechnet werden. Tatsächlich schlüpften auch aus den unter Freilandbedingungen weiter gehaltenen Puparien keine Vollkerfe mehr. Daraus folgt, daß die *Mayetiola* als Larve im Puparium am Ausfallgetreide den Winter überdauert.

Werden die Roggenstoppeln mit dem Ausfallgetreide vor Winter untergepflügt, so werden die Puparien in unterschiedlicher Tiefe den Winter über im Boden liegen. Unter den genannten Verhältnissen dürfte es bei den vorherrschenden leichten, anmoorigen Sandböden der Masse der das Puparium verlassenden Puppen im Frühjahr sicher möglich sein, sich an die Erdoberfläche emporzuarbeiten, um dort die Mücken zu entlassen. Bei besonders tief untergepflügten Puparien könnten dabei allerdings Schwierigkeiten auftreten. Diese sind in all den Fällen nicht gegeben, in denen bei Kleeuntersaat das Ausfallgetreide über Winter stehenbleibt.

In den bäuerlichen Betrieben, und das dürfte eine wesentliche Erklärung für das dortige geringere Vorkommen der *Mayetiola* sein, liegen die Verhältnisse insofern anders, als hier keine Roggenklone vorhanden sind, die die Vermehrung der Mücke begünstigen. Auch werden hier die Roggenfelder sofort nach der Mahd geschält. Anschließend wird ein intensiver Stoppelrübbennachbau betrieben, der ein Aufkommen von Ausfallgetreide fast restlos unterbindet.

Am 10. Dezember erhielten wir aus dem Emsland noch eine größere Sendung Ausfallroggen, deren Auswertungsergebnis in Tabelle 2 wiedergegeben ist. Es bestätigt unseren bisherigen Befund. In den Puparien wurden wieder nur *Mayetiola*-Larven bzw. deren Parasiten gefunden.

## II. Auftreten in Schleswig-Holstein 1956

Angeregt durch die Auswertung des emsländischen Materials wurden auch in Schleswig-Holstein Untersuchungen über das Vorkommen der *Mayetiola* aufgenommen. Die ersten Puparien wurden am 26. Juni in einer Sommerweizenparzelle des Kitzeberger Versuchsfeldes gefunden. Die Puparien lagen, wie auch im Emsland beobachtet worden war, vorwiegend oberhalb des untersten Halmknotens zwischen Blattscheide und Stengel. Der Getreidehalm war oberhalb der Saugstelle in typischer Weise abgeknickt. Die Ausbeute an Puparien war gering. Insgesamt wurden nur 8 Puparien gefunden, von denen zwei noch weiß waren. Aus diesem Befund kann geschlossen werden, daß auch in Schleswig-Holstein der Flug der Frühjahrgeneration im Mai stattgefunden haben wird.



Im Juli wurden sämtliche Weizenbestände des Versuchsfeldes (0,6 ha) auf das Vorkommen *Mayetiola*-geschädigter Weizenhalme untersucht mit dem Ergebnis, daß in 58 umgeknickten Halmen 123 Puparien gefunden wurden. Die Puparien lagen einzeln oder zu mehreren (bis zu 11 Stück) an dem gewohnten Platz oberhalb des untersten Halmknotens zwischen Blattscheide und Stengel.

In der Folgezeit wurden die Untersuchungen über ganz Schleswig-Holstein ausgedehnt. Die *Mayetiola* war mit geringen Ausnahmen in fast allen untersuchten Weizenbeständen nachzuweisen, ohne aber den geringsten wirtschaftlichen Schaden anzurichten. Auch interessierten Praktikern sind weder Schadbild noch Schädling jemals aufgefallen. Häufiger trat die Mücke nur in landwirtschaftlichen Versuchsgärten auf (vgl. Emsland und Kitzeberg), in denen Jahr für Jahr Getreide auf engem Raume zwangsläufig oft wiederkehrt und auch die verschiedenen Versuchsanordnungen (z. B. Frühsaat, Spätsaat) der Mücke günstige Lebensbedingungen bieten.

Während sich die Untersuchungen im Land Schleswig-Holstein bei dem geringen Vorkommen des Schädlings nur auf Feststellungen beschränken konnten, ob die *Mayetiola* in den einzelnen Teilen des Landes vorhanden ist oder nicht, wurde auf dem Versuchsfeld in Kitzeberg in unregelmäßigen Zeitabständen laufend Pflanzenmaterial auf den Besatz mit Puparien untersucht. Dabei zeigte sich bald, daß die Hessenmücke Weizen (Sommerung wie Winterung) zur Eiablage bevorzugt, Gerste nur gelegentlich annimmt, Hafer aber offensichtlich meidet. Roggen stand in diesem Jahr nicht auf dem Versuchsfeld. Der Schwerpunkt der Untersuchungen wurde daher auf die Beobachtung der Weizenbestände gelegt. Insgesamt wurden 12625 Weizenpflanzen bzw. deren Stoppeln untersucht. Davon wurden an 674 Pflanzen (= 5,3%) 1584 Puparien gefunden. Ein Teil von ihnen wurde laufend präpariert, der andere unter Gewächshaus- bzw. Freilandbedingungen in Zucht genommen.

Bei diesen Untersuchungen zeigte sich, daß Anfang Juli in den Puparien ausschließlich Larven zu finden waren. Doch schon am 18. Juli schlüpfte noch während der Aufbereitung des eingetragenen Pflanzenmaterials ein Weibchen der *Mayetiola*-Sommergeneration. In den Puparien wurden jetzt auch Puppen gefunden. 3 von 34 präparierten Puparien waren leer, die Mücken also offensichtlich schon geschlüpft.

Die Anzahl der leeren Puparien nahm nun laufend zu (siehe Tabelle 3) und erreichte einen ersten Höhepunkt am 22. August mit 39,2%. Gleichsinnig begann auch das Schlüpfen aus den zur Zucht weitergehaltenen Puparien. Hier erschienen die meisten Tiere (37) gleichfalls in der letzten August-Dekade. Vom 1. bis 10. September schlüpfen in den Zuchten noch 24 Mücken. Dann erschienen, bis auf 1 Männchen am 19. September, keine Mücken mehr. Aus dem Vergleich der leeren und vollen Puparien, die aus Weizenpflanzen laufend herauspräpariert wurden (Tabelle 3), kann entnommen werden, daß sich mit geringen Abweichungen der Anteil der leeren Puparien nach dem 10. September nicht wesentlich verändert hat, sondern sich im Durchschnitt um 27,3% hielt. Also wird der Mückenflug auch im Freiland Ende September praktisch beendet gewesen sein. Durch Ketscherfänge den Massenwechsel der Mücke zu verfolgen, mußte bei dem geringen Vorkommen und der Kurzlebigkeit des Schädlings erfolglos bleiben.

Auffallend ist bei den Ergebnissen der Tabelle 3 der gleichbleibend geringe Anteil an geschlüpften Tieren. Auch bei den Zuchten blieb die Anzahl der geschlüpften Mücken einschließlich ihrer Parasiten im Verhältnis zu den

Tabelle 3. *Mayetiola destructor* (Say). Kitzeberg 1956

Schlupf in Prozenten, errechnet aus dem Untersuchungsbefund (voll, leer) eingetragener Puparien, verglichen mit dem Mückenschlupf in den Zuchten

Datum	Geschlüpft	Datum	♂	♀
26. Juni . . . .	0			
14. Juli . . . .	0			
18. Juli . . . .	8,8	11.–20. Juli	—	—
27. Juli	7,4	21.–31. Juli	—	3
6. August . . .	12,5			
9. August . . .	36,3	1.–10. August	1	5
22. August . . .	39,2	11.–20. August	—	8
31. August . . .	20,4	21.–31. August	23	14
4. September .	35,2			
10. September .	26,9	1.–10. September	11	13
18. September .	25,0	11.–20. September	1	—
21. September .	24,1	21.–30. September	—	—
4. Oktober . . .	30,2	1.–10. Oktober	—	—
10. Oktober . .	28,3	11.–20. Oktober	—	—
26. Oktober . .	29,6	21.–31. Oktober	—	—

ausgelegten Puparien erstaunlich klein. Die Erklärung brachte die im Oktober erfolgte Abschlußuntersuchung der in Zucht genommenen Puparien. Das Ergebnis ist in Tabelle 4 aufgezeichnet. Ebenso wurden aus Weizenstopplern

Tabelle 4. *Mayetiola destructor* (Say). Kitzeberg 19. und 22. 10. 1956

Ergebnis der Untersuchungen von Puparien, die zur Weiterzucht ausgelegt worden waren

Puparien Anzahl	Inhalt der Puparien							
	geschlüpft		vertrocknet		<i>Mayetiola</i> -Larven		Parasiten	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
259	79	30,5	86	33,2	13	5,0	81	31,3

im Freiland eingetragene Puparien, die also auch aus im Mai abgelegten Eiern stammten, auf ihren Inhalt untersucht (siehe Tabelle 5). Danach sind auch nach diesen Untersuchungen nur wenige Mücken, nämlich 30,5 bzw. 27,3%, geschlüpft. Das Ergebnis stimmt also gut mit dem der Tabelle 3 überein. Ein namhafter Prozentsatz (23,2 bzw. 21,7%) ist vertrocknet. Es dürfte sich hierbei im wesentlichen um Puparien handeln, deren Larven durch das Eintrocknen des Getreides während des Reifungsprozesses bei ihrer ein-

Tabelle 5. *Mayetiola destructor* (Say). Kitzeberg 1956

Ergebnis der Untersuchung von Puparien aus Winterweizenstopplern vom Versuchsfeld. Zeitraum 26. Oktober bis 14. Dezember

Stop- pel- An- zahl	Davon befallen		Pupa- rien	Inhalt der Puparien							
	An- zahl	Pro- zent		geschlüpft		vertrocknet		<i>Mayetiola</i> - Larven		Parasiten	
			An- zahl	Pro- zent	An- zahl	Pro- zent	An- zahl	Pro- zent	An- zahl	Pro- zent	
9846	552	5,6	1306	357	27,3	283	21,7	97	7,4	569	43,6



geklemmten Lage zwischen Blattscheide und Stengel gedrückt worden und später abgestorben sind, eine Vermutung, die um so wahrscheinlicher ist, da dieser Ausfall bei der Generation, die vor dem Schossen des Getreides ihre Entwicklung beendet, gering bleibt. Ein kleiner Prozentsatz (5,0 bzw. 7,4) bildet keine zweite Generation, sondern liegt über. Nach der Literatur ist ein solches Überliegen bekannt. Barnes (1) gibt die längste beobachtete Entwicklungsdauer mit 4 Jahren an. Hoch ist der Anteil der Parasiten an den überliegenden Puparien (31,3 bzw. 43,6%). Dabei muß die Frage offen bleiben, ob diese Mückenlarven, wenn sie nicht parasitiert worden wären, sich noch im gleichen Jahr zu einer zweiten Generation entwickelt oder gleichfalls übergelegen hätten. Nach dem Untersuchungsbefund des emsländischen Freilandmaterials (Tabelle 6), das erheblich weniger parasitiert war, kann allerdings angenommen werden, daß die Mehrzahl dann doch noch im gleichen Jahr geschlüpft wäre.

Tabelle 6. *Mayetiola destructor* (Say). Emsland 1956  
Untersuchungsergebnis von 332 Puparien der Frühjahrsgeneration im Oktober

Puparien Anzahl	Inhalt der Puparien							
	geschlüpft		vertrocknet		<i>Mayetiola</i> -Larven		Parasiten	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
332	217	65,3	63	19,2	8	2,4	44	13,1

Wie im Verlaufe dieses Abschnittes dargelegt wurde, begann 1956 der Flug der Mücke im Kitzeberger Raum Ende Juli und zog sich mit einem deutlichen Maximum in der zweiten Augsthälfte bis etwa 15. September hin. Gleichwie im emsländischen Gebiet erfolgte also der Flug zu einer Zeit, in der der Mücke noch keine normale Getreidewinterung zur Eiablage zur Verfügung stand. Wintergerste wird in Schleswig-Holstein frühestens am 15. September gedrillt, Winterroggen am 27. September und Winterweizen etwa am 10. Oktober. Die Gallmücke ist also auch in Schleswig-Holstein für ihre Eiablage auf Ausfallgetreide angewiesen. Dies steht ihr naturgemäß in reichem Maße zur Verfügung. Die Untersuchungen ergaben, daß auch jetzt wieder Weizen bevorzugt wird. Entsprechend wurden auf dem Versuchsfeld in 1831 Ausfallpflanzen von Weizen 221 Puparien gefunden, in 1085 Wintergerstenpflanzen dagegen nur 20 Puparien. Auffallend war der Besatz mit Puparien der Sommergeneration in einer Versuchsparzelle, auf der Winterweizen für einen besonderen Zweck noch am 4. Mai ausgesät worden war. 40 dieser im Horst-Stadium verbliebenen Pflanzen waren mit 164 wohl ausgebildeten Puparien besetzt. Die Verhältnisse dürften hier ähnlich wie bei den Roggenklonen liegen. In normalen Winterungsbeständen (Gerste, Roggen, Weizen) wurden dagegen trotz sorgfältiger Nachsuche keine Puparien gefunden, selbst nicht in einem Roggenbestand, der auf dem Versuchsfeld ungewöhnlich früh, schon am 10. September, gedrillt worden war. Untersuchungen von Ausfallgetreide in Feldbeständen des Landes wurden wegen des seltenen Vorkommens dieser Gallmücke und der damit verbundenen geringen Aussicht auf Erfolg nicht durchgeführt.

Abgesehen von den zwangsläufig besonderen Verhältnissen auf einem Versuchsfeld wird in den landwirtschaftlichen Betrieben das Ausfallgetreide — ausgenommen Bestände mit Kleeuntersaat — so früh geschält bzw. unter-

gepflügt, daß sich nur bei zeitiger Eiablage die Larven bis zum voll ausgefärbten Puparium entwickeln werden, das allein eine derartige Maßnahme überstehen kann. Für die Art der Überwinterung gilt das gleiche, was schon in dem ersten Abschnitt gesagt wurde, mit dem Zusatz, daß in Schleswig-Holstein, zumindest in Gebieten mit schweren Böden, es den Puppen nicht immer möglich sein wird, aus tieferen Bodenschichten im Frühjahr bis an die Erdoberfläche zu gelangen. Auch im Kitzeberger Raum wurden bei Präparationen von im Oktober bis Dezember aus dem Freiland eingetragenen Puparien ausschließlich *Mayetiola*-Larven bzw. deren Parasiten gefunden. Wie zu erwarten war, überdauert also auch hier die Hessenmücke als Larve im Puparium den Winter.

Tabelle 7. *Mayetiola destructor* (Say). Kitzeberg 1929

Untersuchung von Getreiden und Gräsern auf Befall in der Zeit vom 29.—31. August und 3. und 17. September nach Blunck

Gramineen-Art	Zahl der befallenen Triebe	Zahl der gefundenen Puparien	Puparien je Trieb
A. Winterung			
<i>Triticum monococcum</i> . . .	—	—	—
<i>Triticum dicoccum</i> . . . . (8 Varietäten)	97	596	6–7
<i>Triticum turgidum</i> . . . . (6 Varietäten)	29	141	4–5
<i>Triticum spelta</i> . . . . . (6 Varietäten)	42	186	4–5
<i>Triticum compactum</i> . . . . (3 Varietäten)	71	336	4–5
<i>Triticum vulgare</i> . . . . . (13 Varietäten)	140	952	6–7
<i>Hordeum vulgare</i> . . . . . (3 Varietäten)	57	364	6–7
<i>Hordeum hexastichum</i> . . .	54	418	7–8
<i>Secale cereale</i> . . . . .	2	20	10
B. Sommerung			
<i>Triticum dicoccum</i> . . . . . (4 Varietäten)	45	342	7–8
<i>Triticum durum</i> . . . . . (4 Varietäten)	41	232	5–6
<i>Triticum turgidum</i> . . . . . (5 Varietäten)	38	175	4–5
<i>Triticum polonicum</i> . . . . (6 Varietäten)	40	352	8–9
<i>Triticum spelta</i> . . . . . (4 Varietäten)	14	89	6–7
<i>Triticum compactum</i> . . . . (2 Varietäten)	17	143	8–9
<i>Triticum vulgare</i> . . . . . (8 Varietäten)	17	86	5–6
<i>Avena sativa</i> . . . . .	—	—	—
<i>Hordeum distichum</i> . . . . (9 Varietäten)	111	560	5–6
<i>Hordeum hexastichum</i> . . . (3 Varietäten)	106	666	6–7
<i>Hordeum vulgare</i> . . . . . (7 Varietäten)	44	191	4–5
9 verschiedene Gersten- Handelssorten . . . . .	116	603	5–6



Gramineen-Art	Zahl der befallenen Triebe	Zahl der gefundenen Puparien	Puparien je Trieb
C. Gräser			
<i>Aegilops ovata</i> . . . . .	4	9	2-3
<i>Panicum miliaceum</i> . . . . .	—	—	—
<i>Avena strigosa</i> . . . . .	—	—	—
<i>Poa pratense</i> . . . . .	—	—	—
<i>Poa trivialis</i> . . . . .	—	—	—
<i>Bromus inermis</i> . . . . .	—	—	—
<i>Bromus mollis</i> . . . . .	—	—	—
<i>Lolium perenne</i> . . . . .	—	—	—
<i>Lolium italicum</i> . . . . .	—	—	—
<i>Lolium westermoldicum</i> . . . . .	—	—	—
<i>Phalaris paradoxa</i> . . . . .	—	—	—
<i>Phalaris arundinacea</i> . . . . .	—	—	—
<i>Setaria germanica</i> . . . . .	—	—	—
<i>Festuca ovina</i> . . . . .	—	—	—
<i>Festuca pratensis</i> . . . . .	—	—	—
<i>Festuca elatior</i> . . . . .	—	—	—
<i>Phleum pratense</i> . . . . .	—	—	—
<i>Holcus mollis</i> . . . . .	—	—	—
<i>Agrostis alba</i> . . . . .	—	—	—
<i>Dactylis glomerata</i> . . . . .	—	—	—
<i>Alopecurus pratensis</i> . . . . .	—	—	—
<i>Avena flavescens</i> . . . . .	—	—	—

Als wertvolle Ergänzung unserer Ergebnisse stellte Herr Prof. Dr. Dr. h. c. H. Blunck<sup>1)</sup> ein Untersuchungsprotokoll aus dem Jahre 1929 zur Verfügung (siehe auch Barnes S. 120). Damals war auf dem Versuchsfeld in Kitzeberg (Blunck hat das Kitzeberger Institut gegründet und leitete es von 1925 bis 1935) ein reichhaltiges Getreide- und Gräser Sortiment auf Hessemückenbefall ausgewertet worden (siehe Tabelle 7).

Von den je 2,25 qm großen, insgesamt 123 Parzellen wurden alle Pflanzen untersucht, aber nur die *Mayetiola*-befallenen tabellarisch festgehalten. In dem Original sind die Befallswerte der einzelnen Getreidevarietäten gesondert aufgeführt worden. Aus Gründen der Raumersparnis wurden für die Veröffentlichung diese Werte auf die Getreideart vereinigt und nur die Anzahl der untersuchten Varietäten angegeben. Ich hielt dies für berechtigt, da die Einzelwerte keine wesentlichen neuen Erkenntnisse vermittelten.

Zur Zeit der Untersuchung war das Getreide fast durchweg schnittreif, während die Gräser zum Teil keine Fruchtstände ausgebildet hatten. Das Protokoll trägt außerdem folgenden allgemeinen Vermerk: „Die befallenen Triebe wurden überwiegend am Rand gefunden. Fast ausschließlich waren sie noch klein und grün, dem Augenschein nach Nachschosser, so daß die Weizenarten mit den meisten Nachschossern den stärksten Befall aufwiesen.“ Dieser Befund bestätigt unsere eigenen Beobachtungen, wonach Nachschosser, vermutlich wegen ihres geeigneteren Entwicklungszustandes, für die Eiblage bevorzugt werden. Aufzeichnungen über den Inhalt der gefundenen Puparien sind leider hier nicht vorhanden. Die Puparien sollen aber sehr stark von Proctotrupiden parasitiert gewesen sein (briefl. Mitt. 22. I. 1957). Dem Untersuchungsdatum und dem Entwicklungszustand der Pflanzen nach

<sup>1)</sup> Auch an dieser Stelle danke ich meinem verehrten Lehrer für Überlassung der Versuchsergebnisse herzlich.

zu schließen, gehören die Puparien mit Sicherheit der Frühjahrsgeneration an. Daß es sich damals tatsächlich um *Mayetiola destructor* (Say) und keine andere *Mayetiola*-Art gehandelt haben wird, kann nach den Untersuchungen des Jahres 1956 als erwiesen angesehen werden.

Wie die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen im Emsland und Kitzeberg, zeigen auch die Werte der Blunck'schen Tabelle, daß von den Getreidearten Weizen, Gerste und Roggen mit Vorliebe belegt werden, während Hafer befallsfrei bleibt. In dem vielseitigen Gräsersortiment wurde nur das dem Weizen nahestehende Wildgras *Aegilops ovata* belegt. Diesem Befund kann aus eigenen Versuchen noch *Agropyron repens* (L.) Beauv. hinzugefügt werden.

### III. Auftreten im Gewächshaus

Während der Gallmückenbefall bei den Feldbeständen in Norddeutschland, wie dargelegt wurde, bisher wirtschaftlich bedeutungslos geblieben ist, hat die Hessenmücke dort, wo sie in Getreidezuchtgärten und deren Gewächshäusern Eingang gefunden hat, ernste Sorgen verursacht. Es ist verständlich, daß sich bei wertvollen Zuchtstämmen der Ausfall schon einer einzigen Pflanze empfindlich auswirken kann.

Bei ausgeschoßten Roggenpflanzen im Zuchtgarten machte sich bisher ein *Mayetiola*-Befall weniger bemerkbar, weil die Mücke Nachschosser zur Eiablage bevorzugt, die zur Samengewinnung sowieso nicht genutzt werden. Dagegen haben bei den Roggenklonen im Gewächshaus das Kümern und der Ausfall von Einzelpflanzen bedeutende Schäden verursacht. In den Kitzeberger Gewächshäusern war nicht allein die Schädigung vor dem Schossen bei den Versuchsserien mit mykologischer oder sonstiger Fragestellung störend. Auch nach dem Schossen der Pflanzen war der durch das Umknicken erfolgte Ausfall oft so stark, daß die befallenen Töpfe aus dem Versuch ausscheiden mußten. Außer diesem aus Freilandbeständen hinreichend bekannten Umknicken der Getreidehalme wurde im Gewächshaus noch ein weiteres Schadbild beobachtet. Die Eiablage erfolgte hier nicht, wie im Freiland meistens üblich, an die untersten Blätter, sondern ebenso häufig an höher gelegene, so daß Larven sogar im Schutz der die Ähre vor dem Schossen umgebenden Blattscheide an dem ährentragenden Stengel saugend angetroffen wurden. Die Ähre wird dadurch an dem Ausschossen gehindert und bleibt in der Blattscheide stecken.

*M. destructor* (Say) gehört zu den polyvoltinen Insekten. Die Anzahl ihrer Generationen ist davon abhängig, wie oft und wie lange der Mücke optimale Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen während eines Jahres geboten werden. Demnach kann sie unter Gewächshausbedingungen mehr Generationen als im Freiland hervorbringen. Damit erhöht sich gleichzeitig dort der Grad ihrer Schädlichkeit.

Aus dem Emsland, das wegen der weiten Entfernung nur gelegentlich besucht werden konnte, liegen bisher nur unvollständige Angaben aus dem Gewächshaus vor. Dagegen konnten im Kitzeberger Gewächshaus, das 1956 erstmalig einen starken *Mayetiola*-Befall aufwies, genauere Beobachtungen durchgeführt werden. Wie die Verseuchung des Gewächshauses zustande gekommen ist, konnte bisher noch nicht befriedigend geklärt werden, zumal in den Vorjahren ein Vorkommen der *Mayetiola* überhaupt nicht beobachtet worden war. Insgesamt wurden im Gewächshaus an 1789 Weizenpflanzen 1265 Puparien der Hessenmücke gefunden und präpariert oder in Zucht genommen.



Die ersten Puparien wurden am 31. Juli gefunden, und zwar in getopften Winterweizenpflanzen, die für eine mykologische Versuchsserie am 28. Mai ausgesät, in Temperatorkabinen vorbehandelt waren und seit dem 10. Juni im ungeheizten Gewächshaus standen. Die Pflanzen waren infolge der späten Aussaat im Horst-Stadium verblieben. Von 16 Puparien waren 12 voll ausgefärbt und 4 noch weiß. Am 1. und 2. August wurden an weiteren Pflanzen, die ähnlich vorbehandelt waren und seit dem 9. Juni im Gewächshaus standen, 46 Puparien gefunden, von denen 34 voll ausgefärbt und 12 noch weiß waren. Larven wurden nicht gefunden. Die Mücken dieser Generation können also frühestens am 9. Juni geflogen sein. Ihr Flug wird aber unter Zugrundelegung einer Entwicklungsdauer von 30 Tagen erst ab Ende Juni erfolgt sein. Entsprechend den im Freiland beobachteten Verhältnissen wird sich das Schlüpfen über einen längeren Zeitraum erstreckt haben. Für beide Überlegungen spricht die Tatsache des Vorhandenseins noch unausgefärbter Puparien.

Weitere Pflanzen konnten vorläufig nicht mehr überprüft werden, da diese Versuchsserie, wie gesagt, anderen Versuchszwecken diene. Die Pflanzen wurden aber laufend auf das Auftreten geschlüpfter Mücken kontrolliert. Die ersten Mücken (5 Weibchen) erschienen am 19. August. In der Folgezeit wurden täglich Mücken von den Pflanzen abgesammelt. Die letzte Mücke schlüpfte am 11. September. Insgesamt waren es 6 Männchen und 27 Weibchen. Zur gleichen Zeit (18. August bis 6. September) schlüpften aus den unter gleichen Bedingungen in Zuchtkäfigen weitergehaltenen Puparien vom 31. Juli, 1. und 2. August 17 Männchen und 23 Weibchen.

Am 11. September konnten wieder einige Pflanzen für unsere Versuche freigegeben werden. Es handelte sich hierbei um Sommerweizenpflanzen, die am 1. Juni im Gewächshaus ausgesät worden waren. Sie waren normal ausgeschoßt und am Tage der Untersuchung bereits ausgereift. Von 62 Puparien waren jetzt 45 leer (= 72,5%), die Mücken in der Mehrzahl also geschlüpft. Bei den restlichen handelt es sich um parasitierte Larven. Am 14. September stand ein weiterer Versuch für unsere Untersuchungen zur Verfügung. Es handelt sich hier wieder um getopfte Winterweizenpflanzen, die im Mai ausgesät und infolgedessen im Grasstadium verblieben waren. Sie waren in der Zeit vom 15. Juni bis 28. Juli ins Gewächshaus gekommen. An diesen Pflanzen hatte die in der Zeit vom 20. August bis 11. September geschlüpfte Mückengeneration offensichtlich bevorzugt gebrütet. Insgesamt wurden aus 236 Pflanzen 25 Larven, 246 weiße und 243 voll ausgefärbte Puparien herauspräpariert. Die am 11. September untersuchten Sommerweizenpflanzen, die daneben gestanden hatten, waren nicht mehr belegt worden, weil sie schon zu alt waren. Die noch im Gewächshaus verbliebenen restlichen Versuchsserien der nicht ausgeschoßten Winterweizenpflanzen wurden am 2. Oktober und 3. Dezember ausgewertet. Jetzt wurden nur noch voll ausgefärbte Puparien (94 bzw. 131) gefunden. Auch die Pflanzen eines am 11. Juli im Gewächshaus ausgesäten Sommerweizenversuches waren von den Mücken belegt worden. Die Ausbeute betrug hier 181 voll ausgefärbte Puparien. Damit waren die Getreideversuchsserien im Gewächshaus für das Jahr 1956 abgeschlossen.

Um den weiteren Entwicklungsverlauf der Gallmücken unter Gewächshausbedingungen unter Kontrolle zu halten, wurden 440 Puparien im Gewächshaus in geräumigen Zuchtkäfigen weitergehalten. Am 12. Dezember begann die winterliche Heizperiode. Die Temperatur hielt sich jetzt tagsüber um  $+ 15^{\circ}\text{C}$ , sank aber nachts gelegentlich bis  $+ 8^{\circ}\text{C}$  ab. Unter diesen Bedingun-

gen begann am 7. Januar 1957 eine neue Generation zu schlüpfen. Bis zum 31. Januar waren 79 Männchen und 132 Weibchen erschienen. 16 Weibchen von ihnen legten an dargebotenen Roggenpflanzen 2841 Eier (durchschnittlich 178 je ♀) ab, deren Larven normal schlüpften.

Demnach hatte die Hessenmücke unter den dargestellten Gewächshausbedingungen im Verlauf von 9 Monaten 3 Generationen ausgebildet.

#### IV. Parasiten der *Mayetiola destructor* Say

Aus den im Emsland und Kitzeberg eingetragenen Puparien wurde eine Anzahl Parasiten gezogen.

*Platygaster hiemalis* Forbes<sup>1)</sup> ist eine kleine, nur 1 mm lange Proctotrupide, deren Larven immer zu mehreren in den aus den Puparien herauspräparierten *Mayetiola*-Larven gefunden werden. Im Durchschnitt von 187 untersuchten Parasitierungen wurden je Wirt 5, maximal 15 und minimal 1 Larve gefunden. Die Larven verpuppen sich innerhalb des Pupariums einzeln in kleinen Kokons. Die Vollkerfe durchbeißen beim Schlüpfen ihre Kokons und das Puparium des Wirtes, so daß je nach dem Parasitierungsgrad mehrere Schlupflöcher entstehen. Solche Puparien sind also im leeren Zustand leicht als von *P. hiemalis* parasitiert anzusprechen.

Dieser Parasit war besonders in dem emsländischen Material häufig, aber auch in Kitzeberg nicht selten anzutreffen. Die Anzahl seiner Generationen konnte noch nicht befriedigend ermittelt werden. Nach dem Ergebnis der Zuchten schlüpfte der Parasit, wie zu erwarten war, im Frühjahr wesentlich später als sein Wirt. Er belegt die Larven der Hessenmücke und ist im Herbst noch als Larve in überliegenden Puparien zu finden. Von den in den Tabellen 4 und 5 angegebenen Parasiten waren 20,6 bzw. 27,4% von *P. hiemalis* parasitierte *Mayetiola*-Larven. In diesem Fall hatte der Parasit also nur eine Generation und überwintert anscheinend als Larve. Andererseits war die zweite Mückengeneration, deren Puparien im Ausfallgetreide gefunden wurden, wieder zu 40,9% von *P. hiemalis* parasitiert. Auch in diesem Fall wurden noch im Dezember in *Mayetiola*-Larven, die aus ihrem Puparium herauspräpariert wurden, Larven dieses Parasiten gefunden. Demnach müßte also eine zweite Generation vorhanden sein, worauf auch Beobachtungen aus den Zuchten schließen lassen. Es ist nicht anzunehmen, daß sich das Schlüpfen der Parasiten im Frühjahr so lange hinzieht, daß die letzten Tiere noch im August die zweite Mückengeneration belegen können. Nicht ausgeschlossen ist aber, daß diese Proctotrupide mehrere Gallmückenarten parasitiert [siehe auch Barnes (1)]. Die Klärung dieser Frage soll späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

*Platygaster herrickii* Packard<sup>2)</sup> ist eine etwa 2½ mm große Proctotrupide, die stets einzeln im Puparium angetroffen wird. Auch sie verpuppt sich im Puparium des Wirtes in einem selbst gesponnenen Kokon und verläßt es durch ein selbst genagtes Loch, das mehr oder weniger kreisrund ist und einen unregelmäßig gezackten Rand hat. Die Mückenpuppe dagegen reißt

<sup>1)</sup> Die Bestimmung der Parasiten übernahm freundlicherweise Herr Dr. Ferrière, dem ich auch an dieser Stelle für seine mühevollen Arbeit herzlichen Dank sage.

<sup>2)</sup> Herr Dr. Ferrière hat diese Art mit einem Fragezeichen versehen und schreibt dazu (Brief vom 2. 4. 57), daß die übersandten Exemplare mit der Beschreibung von Gahan 1933 genau übereinstimmen, nur daß das 2. Abdominalsegment oben mehr oder weniger gestrichelt ist. „Ob das ein genügendes Artunterscheidungsmerkmal ist, ist schwer zu sagen.“



mit Hilfe ihres Kopfhöckers die Puparienhülle auf und windet sich durch diesen Spalt, der noch durch weitere Risse vergrößert werden kann, hinaus. Hat die Mückenpuppe das Puparium verlassen, so können sich diese Risse infolge der Elastizität der Chitinhülle wieder so vollständig schließen, daß bei oberflächlicher Betrachtung solche Puparien unversehrt erscheinen. In jedem Fall ist auch nach dem Schlüpfen noch mit Sicherheit festzustellen, ob ein Puparium von einer Mücke oder einem ihrer Parasiten bewohnt gewesen ist.

Diese *Proctotrupide* überwintert als Vollkerf im Puparium ihres Wirtes. Ihr Anteil betrug in den in Tabelle 4 und 5 angegebenen Parasitenzahlen 24,7 bzw. 17,1%.

Die Chalcidier *Pediobius* (= *Pleurotropis*) *metallicus* Nees, *Eupteromalus hemipterus* Walker und *Tetrastichus carinatus* Forbes wurden in bisher nur wenigen Exemplaren aus dem Kitzeberger Material gezogen.

## V. Zur Biologie der Hessenmücke

Im Gegensatz zu den anderen an dem hiesigen Institut eingehend bearbeiteten Gallmücken, den Weizengallmücken und der *Dasyneura brassicae* Winn, läßt sich die *Mayetiola* bei einiger Sorgfalt verhältnismäßig gut züchten, da sie sehr träge und flugunlustig ist. Es konnten daher ziemlich einfach im Labor und im Gewächshaus Teilfragen der Biologie dieses Schädlings geklärt werden.

Aus den Zuchtergebnissen und den Beobachtungen und Untersuchungen im Freiland ergibt sich für das biologische Verhalten der Hessenmücke im norddeutschen Raum folgendes Bild:

Die Mücken der Frühjahrsgeneration erscheinen im Mai. Sie haben in Ausfallgetreide (Kleeschläge, Wegränder, Mietenplätze) und Quecken (*Agropyron repens*) als Larve im Puparium überwintert. Ihre Lebensdauer beträgt nur wenige Tage. Unter Freilandbedingungen lebten die Männchen durchschnittlich 2 (minimal 1, maximal 3) Tage, die Weibchen durchschnittlich 4 (minimal 2, maximal 4) Tage. Unter Laborbedingungen lebten die Männchen durchschnittlich 2,5 (minimal 2, maximal 3), die Weibchen durchschnittlich 4 (minimal 2, maximal 8) Tage. Während dieser Zeit wurden durchschnittlich je Weibchen 178 (minimal 101, maximal 325) Eier abgelegt. Kopulation wurde mehrfach beobachtet. Sie dauerte nur wenige Sekunden. Ein Männchen kann mehrere Weibchen begatten. Unbefruchtete Eier kommen nicht zur Entwicklung.

Die Eier werden einzeln oder zu mehreren hintereinander auf der Blattoberfläche so abgelegt, daß sie zwischen den Blattrippen parallel zu diesen liegen. Weizen, Roggen und Gerste (Sommerung und Winterung) werden zur Eiablage bevorzugt. Hafer wird offensichtlich gemieden.

Nach einer Entwicklungsdauer von 5 bis 7 Tagen schlüpfen aus den Eiern die Larven. Diese wandern blattabwärts und dringen, ohne Nahrung aufzunehmen, zwischen Ligula und Halm in die Pflanze ein. Oberhalb eines Halmknotens — zumeist ist es der unterste — setzen sie sich dann fest und nähren sich durch Ausscheiden von Verdauungssekret auf dem Wege einer extra-intestinalen Nahrungsaufnahme von dem Pflanzensaft. Vor dem Festsetzen häuten sich die Larven zum zweiten Stadium. Der Fraßplatz wird nicht mehr verlassen. Die Larven liegen hier zu mehreren neben- oder hintereinander, eingeklemmt zwischen Blattscheide und Stengel. Ihre Bewegungen sind auch bei Berührung nur sehr träge und langsam. Es ist daher nicht wahrscheinlich, daß sie von Pflanze zu Pflanze wandern, wenn bei Über-

belegung Nahrungsmangel eintritt. Durch den Saftentzug bilden sich Dellen im Halm an dem Liegeplatz der Larven. Der Getreidestengel knickt an dieser Stelle leicht um oder bricht bei starkem Wind ganz ab. Der Halm kann sich, sofern er nur umgeknickt ist, mit Hilfe der folgenden Halmknoten wieder aufrichten. Der Kornansatz bleibt aber gering.

Sind die Larven voll ausgewachsen, was nach 24–30 Tagen der Fall ist, erhärtet die Larvenhaut zu dem sogenannten Puparium, das anfangs weiß ist, sich aber nach wenigen Tagen glänzend braun verfärbt. Seine normale Gestalt ist spindelförmig mit einem spitzen und einem stumpfen Ende. Seine Maße sind im Durchschnitt  $4 \times 0,8$  mm. Im Puparium befindet sich jetzt das letzte Larvenstadium. Nur dieses Stadium besitzt eine Brustgräte. Infolge ihrer eingeklemmten Lage zwischen Blattscheide und Stengel kommt es häufig vor, daß die Puparien durch das Eintrocknen des Getreides während des Reifungsprozesses gedrückt werden und so die verschiedensten Mißbildungen entstehen, die nicht selten zum Absterben der Larve führen können. Nach den Untersuchungen des Jahres 1956 waren im Durchschnitt 21,7% der Puparien der Frühjahrsgeneration abgestorben (siehe Tabelle 5).

Ende Juli erscheinen die ersten Tiere der zweiten, der Sommergeneration. Auch sie haben nur eine Lebensdauer von wenigen Tagen. Das Schlüpfen zieht sich aber längere Zeit hin, erreicht seinen Höhepunkt Ende August und ist in der ersten Septembelhälfte praktisch beendet. Zu dieser Zeit stehen den Mücken normale Roggen- und Weizenfeldbestände noch nicht zur Verfügung, da die Winterung so früh nicht gesät wird. Die Mücken sind also zur Eiablage auf Ausfallgetreide angewiesen. Die Eiablage erfolgt, wie bei der Frühjahrsgeneration, blattoberseits in den Vertiefungen zwischen den Blattadern. Auch in der Weiterentwicklung bestehen gegenüber der ersten Generation keine Unterschiede, nur daß die Entwicklungsdauer witterungsbedingt verlängert ist. Die Puparien liegen jetzt bei den nicht ausgeschößten Pflanzen dicht oberhalb des Wurzelansatzes zwischen Blattscheide und Haupttrieb. Hier erfolgt auch die Überwinterung (siehe oben). Wird das Ausfallgetreide untergepflügt, können voll ausgefärbte Puparien auch im Boden den Winter überdauern. Nicht ausgereifte Puparien werden durch das Pflügen bzw. Schälen vernichtet.

Nach den Erhebungen des Jahres 1956 muß angenommen werden, daß nicht alle Mücken eine zweite Generation bilden. Aus 1306 untersuchten Freilandpuparien der Frühjahrsgeneration waren im November nur 27,3% der Mücken einschließlich eines Teils ihrer Parasiten geschlüpft. 21,7% waren vertrocknet, 7,4% enthielten überliegende Mückenlarven und 43,6% ergaben parasitierte Mückenlarven bzw. Parasitenlarven oder Parasitenvollkerfe (je nach Art der Parasiten), die also gleichfalls überliegen (siehe Tabelle 5).

Aus dem biologischen Verhalten der Hessenmücke erklärt sich die Tatsache, daß die Mücke im norddeutschen Raum bisher keinen wirtschaftlich bedeutenden Schaden angerichtet hat. Die Sommergeneration erscheint so früh, daß ihr noch keine Winterung zur Eiablage zur Verfügung steht. Die Weibchen sind daher zur Eiablage auf Ausfallgetreide angewiesen. Von den Grasunkräutern wird nur das dem Weizen nahe verwandte *Agropyron repens* belegt. Beide werden im Verlauf der normalen ackerbaulichen Maßnahmen so früh untergepflügt, daß sich nur bei zeitiger Eiablage die Larven bis zum voll ausgefärbten Puparium entwickeln werden, das allein eine derartige Maßnahme überstehen kann. Je nach Bodentiefe und -art wird es aber auch hier wiederum nur einem Teil der das Puparium verlassenden Puppen im Frühjahr



gelingen, sich für das Schlüpfen der Mücken an die Erdoberfläche emporzuarbeiten. Die Masse der Larven wird voraussichtlich nicht ausreifen können, sondern vorher untergepflügt werden und so zugrunde gehen. Eine Population wird sich also in jedem Jahr neu aus den wenigen überliegenden Larven der ersten Generation und den im Ausfallgetreide (Kleeuntersaat) oder im Boden überlebenden Tieren der zweiten Generation entwickeln müssen. Eine Entwicklung, die noch durch den großen Anteil des überliegenden Parasitenatzes empfindlich gehemmt wird. Tatsächlich ist auch ein *Mayetiola*-Schaden in Norddeutschland bisher bedeutungslos geblieben. Ich halte es allerdings nicht für ausgeschlossen, daß ähnlich wie 1950 in Bayern auch in Norddeutschland die *Mayetiola* infolge ausnahmsweise günstiger Witterungsbedingungen den Anschluß an das Wintergetreide bekommt und dann fühlbare Schäden verursachen kann. Hierfür spricht auch die Beobachtung, daß nach 1950 der *Mayetiola*-Schaden in Bayern wieder bis zur Bedeutungslosigkeit herabgesunken ist.

## VI. Hessenmücke oder Roggengallmücke?

Mit Rücksicht auf die erst kürzlich erschienene ausführliche Bearbeitung der Getreide-Gallmücken-Literatur durch Barnes (1) und Bollow (2) soll im Rahmen dieser Arbeit von einer Diskussion der umfangreichen Literatur über *Mayetiola destructor* (Say) abgesehen werden. Das Hauptgewicht der Arbeit wurde bewußt auf den Bericht über das Vorkommen der echten Hessenmücke in Deutschland gelegt, zumal Bollow (2) deren Vorkommen neuerdings mit Bestimmtheit in Abrede gestellt hat.

Es scheint aber notwendig, auf einen Vergleich mit der Roggengallmücke kurz einzugehen<sup>1)</sup>. Grundlegende Unterschiede in dem biologischen Verhalten der beiden Mücken, die eine taxonomische Trennung in 2 Arten rechtfertigen könnten, sind meines Erachtens nicht gegeben<sup>2)</sup>. Beide leben an Weizen, Roggen und Gerste, aber nicht an Hafer. Beider Entwicklungsstadien werden an den gleichen Stellen, die Eier auf der Blattoberseite, Larven und Puparien zwischen Blattscheide und Stengel oberhalb des untersten Halmknotens, gefunden. Die Überwinterung erfolgt in beiden Fällen als Larve im Puparium in der Pflanze bzw., wenn diese im Herbst untergepflügt wird, im Boden. Beide haben 2 Generationen, die lediglich in Nord- und Süddeutschland entsprechend den andersartigen klimatischen Verhältnissen zeitlich variieren können. Das an den Pflanzen erzeugte Schadbild ist das gleiche.

Bei einem morphologischen Vergleich beider Mücken ist der heute führende Spezialist für Gallmücken, Barnes (1), zu dem Ergebnis gekommen, daß die Roggengallmücke als ein Synonym der *Mayetiola destructor* (Say) aufzufassen ist, eine Ansicht, die auch von Hennig geteilt wird (briefl. Mitt. vom 14. 12. 1956).

Als unbestritten augenfälliger Unterschied bleibt die verschiedene Färbung beider Mücken, die aber in beiden Fällen bei einem mikroskopischen Dauerpräparat mit der Zeit so weitgehend verblaßt, daß für spätere museologische Bearbeiter dieses Diagnostikum nicht mehr sicher gegeben ist.

<sup>1)</sup> Für Überlassung von Vergleichsmaterial sage ich Herrn Dr. Bollow auch an dieser Stelle herzlichen Dank.

<sup>2)</sup> Die nach den Untersuchungen von Bollow (2) erkennbaren morphologischen bzw. biologischen Abweichungen (*Spatula sternalis* vor der Puparienburgung, Schlüpfen der Mücken bei untergepflügten Puparien schon im Boden) können unberücksichtigt bleiben, da diese Beobachtungen der Nachprüfung wohl nicht standhalten.

Es scheint mir daher eher berechtigt, die Roggengallmücke als eine Farbvarietät der *Mayetiola destructor* (Say), nicht aber als eine neue gute Art aufzufassen.

### Zusammenfassung

Es wird über das Vorkommen der echten „Hessenfliege“ *Mayetiola destructor* (Say) in Norddeutschland (Emsland und Schleswig-Holstein) berichtet. Der Schädling ist hier in Weizen-, Roggen- und Gerstenbeständen zu finden, ohne aber bisher den geringsten wirtschaftlichen Schaden anzurichten. Nur dort, wo er in Zuchtgärten und deren Gewächshäusern Eingang gefunden hat, kann er bei günstigen Vermehrungsbedingungen beträchtlichen Schaden verursachen.

Diese Gallmücke hat auch unter norddeutschen Verhältnissen 2 Generationen, von denen die erste im Mai, die zweite schon August/September, also so früh erscheint, daß sie noch keine jungen Wintergetreidebestände vorfindet und zur Eiablage auf Ausfallgetreide angewiesen ist. Dies ist vermutlich die Ursache für die eingangs erwähnte geringe wirtschaftliche Bedeutung dieses Schädlings.

Ein Überliegen von Teilen der ersten Generation wurde beobachtet.

2 Proctotrupiden und 3 Chalcidier werden als Entomophagen beschrieben.

Zwischen der Hessenmücke und der von Bollow neu beschriebenen Roggengallmücke (*M. secalis* Bollow) bestehen biologisch und morphologisch keine grundlegenden Unterschiede. Es wird daher die Auffassung vertreten, daß *M. secalis* als eine Farbvarietät von *M. destructor* (Say) anzusehen ist.

### Summary

Within the Emsland area and in Schleswig-Holstein, both situated in Northern Germany, *Mayetiola destructor* (Say) occurs in fields of wheat, rye and barley without causing any damage of economic importance. However, having succeeded in entering breeding gardens for grain or its green-houses, it may, under favourable conditions of increase, cause considerable damage.

There are, also under conditions of Northern Germany, two generations of this gall insect the first of which appears in May. The second generation lives in August and September. At that time there are no fields of winter grain yet. The insect, therefore, cannot but lay its eggs on volunteer (self-sown) grain which will soon be plowed under. This probably explains the little economic importance of the insect mentioned above.

It has been observed that some puparia of the first generation „lie over“ i. e. they dont hatch before the following year.

2 proctotrupidae and 3 chalcididae are described as entomophagi.

Between *Mayetiola destructor* and *M. secalis*, recently described by Bollow, fundamental biological and morphological differences dont exist. It is believed that *M. secalis* should be considered a colour-variation of *M. destructor* (Say).

### Literatur

1. Barnes, H. F.: Gall midges of economic importance. Vol. VII Cereal crops. London 1956, 95–141 und 146–148.
2. Bollow, H.: Die Roggengallmücke (*Mayetiola secalis* n. sp.) und andere an Getreide lebende *Mayetiola*-Arten (Dipt.: Itonididae). Pflanzenbau und Pflanzenschutz 6, 1955, 249–296.
3. Hennig, W.: *Diptera*, Zweiflügler in Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten 5, Berlin 1953, 24–26.



## Neuere Anschauungen über die Entstehung der Gallen durch die Einwirkung von Insekten

Von Herbert Weidner, Hamburg

(Mit 5 Abbildungen)

Mit seinem zweibändigen Werk über die Geschichte der Cecidiologie, das 1935 abgeschlossen war, hat K. Böhner den Schlußstein zu einer Epoche der Gallenkunde gesetzt, die man als die morphologisch-taxionomische bezeichnen könnte. In epischer Breite zeigt er, wie schon in den ältesten Zeiten die Pflanzengallen das Interesse der Menschen erregten, indem sie vor allem als Heilmittel gebraucht wurden, aber auch in Chemie, Technik, Handel und Volksglauben eine Rolle spielten. Über ihre Entstehung hatte man lange Zeit noch keine rechte Vorstellung, obwohl schon den alten Kulturvölkern des Orients die Anwesenheit von Tierchen in der Galle bekannt war. Vielfach hielt man die Galle für eine Art Frucht. In Deutschland war es Albertus Magnus (1193–1280), der als erster vom „vermiculus“ in der Eichengalle sprach. W. Harvey († 1657), der den Lehrsatz „omne animal ex ovo“ aufgestellt haben soll, glaubte in der Larvenkammer einer Cynipidengalle ein Ei vor sich zu haben, während sein Zeitgenosse A. van Leeuwenhoek (1632–1723) den richtigen Schluß zog, daß durch die Eiablage eines Insektes die Gallenbildung angeregt wird. M. Malpighi, „der Schöpfer der mikroskopischen Anatomie“ (1628–1697), endlich konnte als erster eine Eichengallwespe bei der Eiablage beobachten. Er hat auch die Anatomie und Entwicklungsgeschichte mehrerer Gallen eingehend studiert und viele, noch heute ungelöste Probleme angeschnitten, so daß er der eigentliche Vater der Cecidiologie geworden ist. Bei seinen Zeitgenossen fand er allerdings keinen größeren Widerhall.

Erst 200 Jahre später begann die erste Blütezeit der Cecidiologie, nachdem sich schon vorher gelegentlich Botaniker und Entomologen mit den Gallen oder Gallinsekten beschäftigt hatten. 1890/91 gab D. v. Schlechtendal die erste Bestimmungstabelle für die ihm bekannt gewordenen 1315 deutschen Gallen heraus, die 1911 von H. Roß und 1927 von H. Roß und H. Hedicke auf 2991 Nummern vermehrt wurden. Der Formenschatz der Gallen Mittel- und Nordeuropas und die Namen der sie erzeugenden Tiere war damit weitgehend erfaßt. Bis heute sind diese Bestimmungstabellen noch das einzige zusammenfassende vollständige Gallenwerk geblieben.

Die Erforschung der Biologie der Gallentiere förderten insbesondere die grundlegenden Arbeiten von H. Adler, der den Generationswechsel der Cynipiden entdeckte, und M. W. Beijerinck, der die Entwicklungsgeschichte zahlreicher Gallen eingehend studierte. 1911 hat E. Küster das wichtigste zusammenfassende Werk über die Gallenkunde geschaffen, in dem er auch eine noch heute gebrauchte Definition der Galle formulierte und eine Einteilung der Gallen in organoide und (kata- und prosoplasmatische) histoide traf, die besonders von den Botanikern heute noch gerne verwendet wird. Eine glückliche Ergänzung zu Küsters Werk gab H. Roß 1932. Über die Ursachen für die Entstehung der Gallen und über ihre Bedeutung hat man viel philosophiert (z. B. E. Becher), ist aber, abgesehen von den gründlichen Arbeiten von W. Magnus und F. Zweigelt (1931), über die Beschreibung der Entwicklungsvorgänge nicht weit hinausgekommen. So verlor das Gallenproblem nach 1930 immer mehr an Interesse.

Tabelle 1. Beispiele für Entstehung ähnlicher Mißbildungen

Wachstumsform	durch Wuchsstoffbehandlung
Hexenbesenbildung (Aufhebung der Korrelation zwischen Haupt- und Nebenästen)	Übermäßiges Wachstum der Seitensprosse durch Dekapitation des Baumes, wodurch der das Wachstum der Seitensprosse hemmende Wuchsstoffstrom fortfällt.
Abnormes Streckungswachstum	bei Kultur im Dunklen entstandene etiolierte Gewächse.
Angeregte Zellteilungstätigkeit: 1. zusätzliche Holzbildung  2. starke Kallusbildung	durch Wuchsstoffpaste hervorgerufene Verdickungen an Erbsenkeimen. Bildung von unvollkommen differenziertem, dem Wundholz ähnlichem Holz durch künstliche Zuführung von Wuchsstoffen.  Anregung der Kallusbildung bei Stecklingen durch künstliche Wuchsstoffzufuhr.
Fruchtbildung ohne Befruchtung	Parthenokarpie
Neubildung von Organen	Wurzelbildung durch Wuchsstoffbehandlung
Verlängerung der Lebensdauer	Lebenderhaltung isolierter Blattstiele durch Wuchsstoffversorgung

Dieses änderte sich plötzlich nach Ende des zweiten Weltkrieges. Verschiedene Faktoren trafen zusammen, die das Interesse an der Cecidiologie wieder weckten: 1. die Ergebnisse der botanischen Wuchsstoff-Forschung ließen auf eine Lösung und Förderung des Gallbildungsproblems hoffen, 2. die Bedeutung zahlreicher Gallentiere als wirtschaftlich wichtige Pflanzenschädlinge wurde erkannt und schließlich 3. eine Anzahl wichtiger neuer biologischer und taxionomischer Erkenntnisse machten grundlegende Revisionen vieler Gallentiergruppen notwendig. Die neue Forschungsepoche der Cecidiologie könnte man die physiologisch-angewandte nennen. Als eine ihrer wichtigsten Ergebnisse ist die Wandlung zu betrachten, die die Anschauungen über die Entstehung und damit über das Wesen der Galle überhaupt erfahren haben. Darüber soll in dieser Arbeit einmal im Zusammenhang referiert werden.

### 1. Theoretische Voraussetzungen

Die Anregung zur erneuten Beschäftigung mit dem Gallenproblem ging von der Erforschung der Phytohormone aus. Beim Experimentieren mit ihnen,

durch experimentelle Wuchsstoffbehandlung und Gallenbildung.

durch Gallenpflanzen	durch Gallentiere
Hexenbesen durch <i>Melampsorella caryophyllacearum</i> an Tanne.	Verbuschung der Spitzen junger Kiefern durch <i>Rhyacionia turionana</i> .
Sproßverlängerung bei <i>Euphorbia cyparissias</i> durch <i>Uromyces pisi</i> .	Gelegentliche Sproßverlängerung an Längstrieben von <i>Populus tremula</i> durch <i>Aceria dispar</i> .
Abnorme Xylem- und Phloemproduktion	
durch <i>Gymnosporangium sabinæ</i> an <i>Juniperus sabinæ</i>	durch <i>Rhabdophaga saliciperda</i> an Weide
Kropfbildung durch <i>Bacterium tumefaciens</i> an verschiedenen Wirtspflanzen, Euzezidien durch <i>Bacterium radicola</i> an Leguminosen	Gallen von <i>Biorhiza pallida</i> an den Wundflächen der von der Wespe bei der Eiablage halbierten Knospen sind Kallusgewebe, allerdings mit von anderen Faktoren bedingtem Riesenwuchs.
Fruchtähnliche Gallen durch <i>Albugo candida</i> an <i>Capsella bursa pastoris</i>	Verschiedene Fruchtknotengallen durch Gallmücken an Umbelliferen
Buschige Sproßneubildung mit großen, reich gegliederten Blättern auf den Wedeln von <i>Pteris quadriaurita</i> durch <i>Taphrina laurencia</i>	Bildung von Adventivwurzeln durch <i>Mayetiola poæ</i> an <i>Poa</i>

*Nematus*-Gallen an *Salix* und *Neuroterus*-Gallen an *Quercus* leben noch lang nach dem physiologischen Tod ihres Wirtsorgans.

insbesondere mit den Wuchsstoffen Auxin und Heteroauxin, konnte man nämlich feststellen, daß die durch sie hervorgerufenen Wuchsanomalien der Pflanzen im Prinzip ebenso gebaut sind wie gewisse Gallen, so daß die Frage berechtigt erscheint, ob vielleicht bei der Gallbildung den Wuchsstoffen eine besondere Aufgabe zukommt. Die ersten Vermutungen (Martin, Carter) und Experimente (Link u. a.) auf diesem Gebiet wurden bereits vor oder während des Krieges in Amerika gemacht. 1947 hat darüber Allen zusammenfassend berichtet. Er stellte heraus, daß die Ähnlichkeit der Wirkung von Gallinsekten und Wuchshormonen in folgenden 3 Punkten zum Ausdruck kommt:

1. in der Ähnlichkeit der Wachstumsänderung durch Gallinsekten und Phytohormone,
2. in der Ähnlichkeit der Enzymwirkungen und
3. in der Tatsache, daß gewisse Insektenschäden an Pflanzen durch Behandlung mit Phytohormonen verhindert werden können.



Um die nachfolgenden Ausführungen richtig verstehen zu können, sei daran erinnert, daß nach älteren Anschauungen, die den referierten Arbeiten noch vielfach zugrundeliegen, die in sehr geringen Konzentrationen ein Streckungswachstum bewirkenden, im eigenen Stoffwechsel der Pflanzenzelle erzeugten Stoffe (Phytohormone), die in ihrer chemischen Konstitution nur geringfügig abweichenden Auxine a und b, in höheren Konzentrationen wachstumshemmend oder Zellteilungen auslösend wirken. Die einzelnen Pflanzenzellen und -organe besitzen eine sehr verschiedene Empfindlichkeit gegen sie. Auxin ist sehr labil und kann, z. B. durch Oxydation, leicht zerstört oder inaktiviert werden. Das Heteroauxin, die  $\beta$ -Indol(yl)essigsäure (Indol-3-essigsäure) ist ein Stoffwechselprodukt von Pilzen und Bakterien, kommt aber auch in Tieren und im menschlichen Speichel vor, dagegen nicht in den Zellen höherer Pflanzen. Wird es in solche künstlich eingeführt, erzielt es große Wachstumseffekte, offenbar durch Aktivierung des zelleigenen Auxins. Durch die Arbeiten der letzten Jahre wurde diese fast noch in allen Lehrbüchern wiedergegebene Anschauung grundlegend geändert. Das von Kögl 1934 isolierte Auxin a wurde nämlich nicht mehr in der Pflanze gefunden, sondern an seiner Statt spielen als Wuchsstoffe die wichtigste Rolle die  $\beta$ -Indolyllessigsäure und ihre Abkömmlinge, aber auch nicht indolartige Stoffe können vielleicht beteiligt sein. Die Wuchsstoffe sind weniger die eigentliche Ursache des Wachstums, sondern vielmehr Regulatoren oder besser Mitregulatoren, die die Blockierung der in der Zelle vorhandenen, gebundenen oder mehr oder weniger inaktiven Wachstumsenzyme durch eine physikalisch-chemische Grenzflächenreaktion beseitigen, ohne unmittelbar in die autonomen, selbstregulatorisch gesteuerten Wachstums- und Entwicklungsvorgänge einzugreifen (Söding 1953a). Bei Verletzung eines Gewebes treten ebenfalls Zellteilung auslösende Substanzen, die sog. Nekro- oder Wundhormone auf. Vor allem verletzte Phloemteile und Kambiumgewebe scheinen sie reichlich zu bilden. Es entstehen auch dadurch Zellwucherungen.

Die Ähnlichkeit der Wirkungen der Wuchsstoffe und Gallinsekten auf die Pflanze ist verblüffend. Ohne Kenntnis der im Ausland gemachten, in Deutschland infolge des Krieges unbekannt gebliebenen Vorarbeiten hat Küster (1949), fußend auf seine sonst so umfassende Literaturkenntnis, eine Gegenüberstellung der durch Phytohormone bedingten oder künstlich ausgelösten Mißbildungen an Pflanzen und entsprechenden Gallbildungen gegeben, von der in Tabelle I eine durch einige weitere Beispiele ergänzte Auswahl gegeben wird. Allerdings muß hervorgehoben werden, daß es sich dabei nur um vergleichbare ähnliche morphologische Merkmale handelt, deren Entstehung durch Wuchsstoffeinfluß nur für den einen Teil der Vergleichspartner erwiesen ist. Immerhin geht aus der Gegenüberstellung hervor, in welcher Richtung prüfende Untersuchungen anzustellen sind. Auch Wachstumshemmungen, wie Triebstauchung, Blattschopf- und Blattrosettenbildung, Krümmungen usw., können auf eine Störung im Wuchsstoffhaushalt zurückgeführt werden. Man kann sich vorstellen, daß durch die Einwirkung des Gallenerregers die Wuchsstoffe 1. inaktiviert, 2. zerstört (Went), 3. weggenommen oder 4. in Hemmstoffe umgewandelt werden. Auch die bei Gallen weit verbreitete abnorme Haarbildung kann ebenso wie das stark geförderte Dickenwachstum durch Quertransport der Wuchsstoffe (Borgström) erklärt werden.

Ebenfalls zu den die Gestaltungstätigkeit und Organbildung der Pflanzen lenkenden Wirkstoffe gehören die sogenannten Blühhormone, die allerdings wahrscheinlich keine spezifischen Phytohormone sind. Auch hier können

Störungen zu gallenähnlichen Bildungen führen. So führt bei *Kalanchoe Blossfeldiana* ungenügende Blühhormonzufuhr zu Verlaubungen der Blütenanlagen (Harder und Witsch), wie wir sie bei Gallbildung oft antreffen. Nachdem man experimentell an der Lösung des Gallenproblems gearbeitet hat, haben sich auch noch andere Möglichkeiten des Zusammenwirkens von Gallentier und Wirtspflanze als denkbar ergeben, die später diskutiert werden sollen.

## 2. Versuche mit Rhynchoten

Die phytophagen Insekten greifen auf 2 verschiedene Weisen das pflanzliche Gewebe an, entweder durch Saugen, wobei sie Pflanzensaft aus den Siebröhren oder Zellplasma aus den Zellen entnehmen, und durch Anfressen, was von außen her erfolgen kann oder innerhalb des Gewebes. Außerdem kann noch ein Aufsaugen des Pflanzensaftes durch Osmose in Frage kommen. Es ist von vornherein nicht zu sagen, ob diese verschiedenen Formen des Angriffs auf die Pflanze von ihr mit gleichen Reaktionen beantwortet werden. Deshalb müssen die Wirkungen der Gallentiere nach der Art der Nahrungsaufnahme zunächst getrennt betrachtet werden.

1930 hat Martin mazerierte Zuckerrohrzikaden in Zuckerrohr injiziert und dadurch Stengelgallen hervorgerufen, wie sie die Zikaden durch ihr Saugen verursachen. Schon er hatte damals Auxine als wirkendes Agens vermutet. 1940 erhielten Link und Mitarbeiter Krümmungen an den zur Wuchsstoffprüfung in der Botanik üblichen *Avena*-Koleoptilen, wenn diese mit Ätherextrakten aus Blattläusen und aus Pflanzengeweben, auf denen kurz vorher Blattläuse gesaugt hatten, behandelt wurden. Dabei wurde durch Extrakte aus *Brevicoryne brassicae* L., die Aufbeulungen der Kohlblätter bewirkt, größere Wuchsstoffwirkung erzielt, als durch die Extrakte aus den keine solche Veränderung an der Pflanze hervorrufenden *Hyalopterus pruni* Geoffr. (= *arundinis* F.) auf *Phragmites* und *Rhopalosiphon maidis* Fitch. Etwa gleichzeitig entwickelte Went die Anschauung, daß durch Blattläuse hervorgerufene Blattbeulen, wie z. B. von *Cryptomyzus ribis* L. an *Ribes rubrum*, dadurch zustande kommen, daß von den Blattläusen das in den angestochnen Phloembündeln vorhandene Auxin zerstört wird, wodurch die Blattadern nicht mehr weiterwachsen, während das Mesophyll der Intercostalfelder, dessen Wachstum von Auxin unabhängig sein soll (Bonner, Haagen-Smit und Went), normal weiter wächst. Oft tritt allerdings ein übernormal gesteigertes Wachstum der Blattspreite ein, so daß eine auxinphysiologische Erklärung allein nicht auszureichen scheint.

Nystérakis, der schon 1945 zeigen konnte, daß die von verschiedenen Faktoren (Pilze, Bakterien, Insekten, Temperatur) hervorgerufene Kurzknötigkeit (court-noué) des Weinstocks auf Störungen im Hormonhaushalt der Pflanze zurückgeführt werden kann, stellte (1946a) fest, daß durch Reblaus vergallte Blätter mehr  $\beta$ -Indolylessigsäure enthalten als nicht vergallte Blätter von derselben Pflanze. In 150–250 mg sorgfältig aus den Eiern herauspräparierten Rebläusen konnte er ebenfalls  $\beta$ -Indolylessigsäure nachweisen, und zwar in jahresweise und jahreszeitlich verschieden hohen Konzentrationen. Bei Injektion verschieden starker Lösungen und bei Einführung von Kristallen dieses Wuchsstoffes in verschiedene Organe des Weinstocks erhielt er Gallen „identiques à celles du phylloxéra“. Auch in *Myzodes persicae* Sulz., der die Pfirsichblätter kräuselt, und in *Phyllocoptes vitis* Nal., einer Gallmilbe, die auch eine Art Kurzknötigkeit des Weinstockes bewirkt, stellte er kleine Mengen Wuchsstoff fest.

„Nos observations“, so schließt Nystérakis seinen ersten Bericht, „éclairent d'un jour nouveau la formation des galls: la mystérieuse substance excitante sécrétée par les insectes piqueurs est tout simplement, tout au moins pour le phylloxéra de la vigne, une hétéro-auxine élaborée par l'insecte et injectée par lui dans les tissus qu'il pique.“ Später (1947) fand er auch in *Pemphigus populi-nigrae* Schrk. (= *filaginis* B.d.F.) und *P. bursarius* L. denselben Stoff als Ursache der Gallbildung. Durch Stiche von *Brachycaudus* (= *Anuraphis*) *helichrysi* Kalt. entstehen an *Prunus* außer gerollten Blättern, in denen die Läuse leben, auch Wachstumshemmungen der Zweige. Diese verschiedenen Reaktionen werden nach dem gleichen Autor (1948a, b, c) von derselben Substanz hervorgerufen je nach der Menge, die in die Pflanzenzelle gelangt, und nach deren Empfindlichkeit für die Substanz. Auch die Untersuchungsergebnisse an durch *Cryptosiphon artemisiae* Bekt. vergallten Pflanzen von *Artemisia vulgaris* haben ergeben, daß die neben den Blattgallen auftretende Sproßkrümmung durch ungleiche Verteilung der  $\beta$ -Indolylessigsäure im Gewebe der beiden entgegengesetzten Seiten des Sprosses zustande kommt und daß auch Sproßstauchung und -verdickung, Zahl und Länge der Epidermishaare und abnorme Entwicklung des Bastes auf wuchsstoffartige Sekrete der Blattläuse zurückgeführt werden müssen (Nicolas und Nystérakis, Nicolas und Aggéry). Neben den *Avena*-Koleoptilen hat Nystérakis (1948d, 1949) noch ein viel empfindlicheres Testobjekt in den Weinranken gefunden, die sich in gleicher Weise bei Anbringen von Heteroauxin wie von der aus den Blattläusen gewonnenen Substanz in Lanolinpaste krümmen. Die Mindestdosis Heteroauxin, auf die sie ansprechen, liegt ohne Zweifel unter einer Konzentration von  $10^{-25}$  g/ccm.

Unabhängig von diesen französischen Arbeiten hat Kloft (1951a und b) mit dem Kressenwurzeltest nach Moewus Extrakte aus zerriebenen Schild- und Blattläusen auf Heteroauxingehalt untersucht und die Wirkung verschiedenen hoher Konzentrationen zu bestimmen gesucht. Während er bei San-José-Schildlaus-Weibchen und -Larven starke Hemmwirkung auf das Pflanzenwachstum feststellen konnte, waren Extrakte aus Männchen, die nicht mehr saugen und auch keine Speicheldrüsen besitzen, indifferent. Kloft sieht darin einen Faktor (unter anderen noch unbekannten) der schädlichen Wirkung dieser keine Gallen bildenden Schildlaus<sup>1</sup>). Andere Ergebnisse brachte die Untersuchung der gallenbildenden Blut- und Reblaus. Die Blutlausweibchen-Extrakte zeigen bei den höheren Konzentrationen  $1-10^{-3}$  g/ccm eine enorme Wachstumsförderung, bei der Konzentration  $10^{-4}$  dagegen Hemmungen. Dort wo der Speichel konzentriert vorhanden ist, also in Einstichnähe, löst er die Bildung von Wucherungen aus, die nach der Randzone hin wegen der Verdünnung aufhören und sogar ins Gegenteil umschlagen. Bei den erwachsenen Reblausweibchen dagegen liegen die Verhältnisse fast spiegelbildlich umgekehrt. Hier hat der Speichel in der Zone der starken Konzentration, also in Einstichnähe, Hemmwirkung und in weiterer Entfernung davon, wenn er stärker verdünnt ist, Förderungswirkung, was in Knotenbildung zum Ausdruck kommt. Der Einwurf Noltes (1954b), daß nur Extrakte der ganzen Läuse geprüft wurden, die mit der Nahrung, dem Pflanzensaft, die Wachsstoffe aufgenommen

<sup>1</sup>) Ein ähnlicher Geschlechtsdimorphismus in der Wirkung des Speichels muß auch den Geschlechtsdimorphismus der Gallen der *Apiomorphidae* (australischen Schildläusen) erklären. Bei *Apiomorpha duplex* Schrader z. B. bildet das Weibchen eine bananenförmige, am distalen Ende bis zur Mitte gespaltene Galle, die mit einem Trockengewicht von 21 g die größte Galle der Welt ist, während die einem Blatt aufsitzende, röhrenförmige Galle des Männchens kaum 1 cm Länge erreicht.



und vielleicht sogar in ihren Fettkörpern gespeichert haben könnten, ist an sich berechtigt, scheint aber durch die Versuche von Nystérakis entkräftet worden zu sein, der aus dem Ei präparierte Läuse verwendet hat, die also noch nicht gesaugt hatten.

Sterling hat die Blattgallen der Reblaus untersucht und bestätigt die von Kloft an den Wurzelgallen erhaltenen Ergebnisse insofern, als er ebenfalls feststellte, daß in Einstichnähe Zellteilungen des Blattgewebes unterbleiben, während sie in einiger Entfernung davon gefördert werden, so daß um die Läuse eine Art Umwallung entsteht, deren Ränder sich schließlich durch Haare über ihnen schließen. Ein kambiumartiges Meristem bildet dann unter ihnen parenchymatisches Gewebe und verdickt die Blattspreite. In der Nachbarschaft des Rüssels entsteht ein charakteristisches Sekretionsgewebe, das sich, so lang die Galle wächst, gleichfalls vergrößert. Die Galle erlangt hier ihre charakteristische Form, ohne daß die Laus ihre Einstichstelle jemals verläßt. Ebenso entstehen die *Pachypsylla*-Gallen (Wells). Diese Tatsache läßt die Anwendung der von Jensen an Gallmücken entwickelten, weiter unten noch zu besprechenden Gallbildungstheorie zumindest auf diese Gallen nicht zu. Sterling glaubt, daß man die Entstehung der spezifischen Form der Galle eher als durch Wuchsstoffproduktion durch das Gallentier durch eine Einwirkung des Sekretes (Speichel) des Gallentieres auf eines der zahlreichen, in der Zelle vorhandenen Enzymsysteme erklären muß.

Auch Wartenberg kommt auf Grund seiner eigenen histologisch-physiologischen Studien an der Blutlaus wieder zu etwas anderen Anschauungen über die Wirkung des Blattlausspeichels. Sie soll „entdifferenzierend“ in die durch Gewebedifferenzierung formbildende Tätigkeit der pflanzeigenen, die totipotent wirkenden Wuchshormone hemmenden Regulatoren eingreifen, so daß aus dem Kambium heraus einer Hyperplasie und eine Hypertrophie, ein richtungsloses Teilungs- und Streckungswachstum ohne Differenzierung, also ohne Entwicklung in verschiedene Funktionsgewebe erfolgt. Der cecidogene Blutlausspeichel kann ohne sichtbare Wirkung durch verschiedene Gewebe diffundieren, und erst, wenn Kambium von ihm erreicht wird, reagiert dieses in der beschriebenen Weise, allerdings aber auch nur dann, wenn es unter dem Einfluß eines regen pflanzeigenen Hormonstoffwechsels steht, wie er zur Zeit des Sproßwachstums stattfindet. Die Zellen dieses so entstehenden Gallenparenchyms sind durch den Mangel sichtbarer Inhaltskörper ausgezeichnet. „Sie haben verhältnismäßig starke Reduktionskräfte, aktivieren hydrolytische Fermente, enthalten Assimilate in hydrolysierte Form und müssen deshalb notwendigerweise hohe osmotische Werte entwickeln. Das Gallenparenchym hat dadurch ungewöhnliche Saugkräfte, nimmt viel Lösungsmittel auf und übt dann auf seine Umgebung einen Druck aus, der die Rindensprengung und -klaffung, die offene Galle, verursacht“. Die Lösung der Nährstoffe und die erhöhten osmotischen Kräfte der Zellen im Gallenparenchym sind notwendig, damit sich die Blutläuse ernähren können; denn es scheint verständlich, daß Plastiden, Stärkekörner oder Eiweiß-Lipoid-Aggregate ihre feinen Saugrüssel verstopfen könnten<sup>1)</sup>. Auch scheint die Nahrung durch den hohen osmotischen Druck (20–30 atü) in der Zelle in den Rüssel wenigstens

<sup>1)</sup> Auch die nicht gallenbildenden Blattläuse ernähren sich offenbar nur von löslichen Kohlehydraten; denn nach den papierchromatographischen und photometrischen Untersuchungen der enzymatischen Aktivität ihrer Speicheldrüsen und ihres Darms sowie des von ihnen ausgeschiedenen Honigtaus von Duspiva besitzen sie keine hochaktive Amylase, wie man bisher angenommen hatte (Zweigelt

teilweise hineingetrieben zu werden. Diese Anschauung wird von der Beobachtung erhärtet, daß sich die Läuse nur dann richtig ernähren können, wenn ein solches Gallengewebe entstehen kann; das ist also während des Frühjahrsetriebes und dann wieder zum Sommer- und Herbsttrieb. In diesen Zeiten erreicht daher auch die Massenvermehrung ihre beiden Maxima. In der übrigen Zeit kann sich die Blutlaus nur in geringer Zahl am hypertrophen Rindenparenchym der Lentizellen und am Parenchym in den Knospenkonsolen der Nodien halten. Wenn auch diese an der Blutlaus gewonnenen Anschauungen nicht ohne weiteres auf alle gallenbildenden Insekten übertragen werden dürfen, besonders auch wegen der etwas abweichenden Form der Galle, so scheinen sie mir doch den wahren Verhältnissen sehr nahe zu kommen.

Anders erarbeitete eine Methode, nach der das Speichelsekret einer auf den Objektträger geklebten Reblaus gewonnen werden kann. Dieses ist stark hygroskopisch und zerfließt bei einer relativen Luftfeuchte von 80%. Es kann sich dadurch im Blattgewebe nach allen Seiten ausbreiten. Mit ihm konnten Anfangsstadien von Blattgallen induziert werden. Die zytologische Untersuchung der natürlichen Gallen ergab, daß sie Riesenzellen enthalten mit Riesenkernen und mitotisch entstandenen sekundären Zellkernen. Der Chromosomensatz ist sehr verschieden groß, 2–256 n, also vielfach polyploid. Anders glaubt daher, daß dem Reblauspeichel eine zellkerntoxische, kolchizinartige Wirkung zukommt. Doch können solche Zellvergrößerungen mit Kernvergrößerung oder -vermehrung auch auf Wachstoffs Wirkung zurückgeführt werden, wie an anderen Gallen gezeigt wurde (Meyer, Garrigues 1950).

### 3. Versuche mit Gallmücken

Auch die Larven der Gallmücken nehmen ihre Nahrung durch Saugen auf. Schon der Bau ihrer Mundwerkzeuge weist darauf hin. Ältere Beobachter, wie Büsgen, nahmen an, daß die Larve die Pflanzenzellen mit einer äußerst feinen Chitinspitze anritzt und dann das heraustretende Flüssigkeitströpfchen mit dem Mund auflecke. Aber schon Wehrmeister hält eine Verletzung des Pflanzengewebes durch die Larven für unwahrscheinlich und Jensen (1952) beobachtete, daß sich die Larve von *Mikiola fagi* Htg. viel zu schnell in der Galle bewegt, als daß sie die Zellen an einer Stelle anzapfen könnte. Er hält es für wahrscheinlich, daß sie (offenbar durch ihre großen Speicheldrüsen) einen Stoff ausscheidet, der bewirkt, daß die Zellen einen Teil ihres Saftes zur Ernährung der Larven austreten lassen. Dieser wird von den Larven nach den experimentellen Untersuchungen von Wehrmeister durch den Mund und nicht durch die ganze Körperoberfläche (Diosmose) aufgenommen, wie etwa Beijerinck (1885) geglaubt hat. Eine Ausscheidung der Stoffwechselabbauprodukte findet während des Larvenlebens nicht statt. Die unverdaulichen Nahrungsreste sammeln sich wahrscheinlich am Ende des hinten geschlossenen Mitteldarmes, die Exkrete der Malpighischen Gefäße in dem blasenförmigen, allseits geschlossenen Enddarm.<sup>1)</sup>

1931, Bramstedt), sondern im Gegenteil, die Extrakte der Speicheldrüsen bauen Stärke überhaupt nicht und die Darmextrakte nur sehr schwach ab. Dagegen wird Trehalose, besonders vom Speichel, ausgezeichnet gespalten. Doch weiß man über deren Vorkommen in höheren Pflanzen noch nichts, so daß die biologische Bedeutung des Vorkommens einer Trehalase im Blattlausspeichel noch ganz unklar bleibt.

<sup>1)</sup> Die von Godan (1956) gegebene Theorie einer Gallenbildung durch gallbildende Stoffe, die von der Gallmückenlarve (*Dasineura affinis* Kieff.) aus der Pflanze mit der Nahrung aufgenommen, in ihr angereichert und bei der Defäkation

Der Botaniker P. B. Jensen (1948) hat die ersten Versuche über die Entstehung einer Mückengalle gemacht. Ende März oder Anfang April legt das Weibchen von *Mikiola fagi* Htg. 200–300 etwa  $\frac{1}{3}$  mm lange, rote Eier an die Spitzen der Sprosse oder auf die noch geschlossenen Knospen der Rotbuche, nicht höher als 1,5–2 m über dem Erdboden. Die Larven wandern wenige Stunden nach dem Schlüpfen auf die Knospen und können dank ihrer spindelförmigen Gestalt zwischen den Knospenschuppen hindurchdringen. Neben den Nerven der noch wenig entwickelten Blätter setzen sie sich fest. In einer Entfernung von 15 bis 20 Zellen um die Stelle, wo die Mücke ihre Nahrung aufnimmt, ist an den meristematischen Zellen der untersten Mesophyllschichten eine bedeutende Längsstreckung zu beobachten, der wiederholte Zellteilungen folgen, so daß ein Ringwall entsteht, der allmählich zuwächst und eine allseits geschlossene Larvenkammer bildet. Darauf wird das Mesophyll über der Larvenkammer zu einem Gallplastem, das zu der hütchenförmigen, zuletzt sehr harten Galle auswächst, die sich im Herbst ablöst.

Jensen (1948) brachte auf junge Blätter von Knospen, deren Schuppen er entfernt hatte, direkt die Larven von *M. fagi*, die durch einen in einer Glasröhre befestigten Baumwollbausch gegen das Blatt gedrückt wurden. Sie riefen normale Anfangsstadien der Gallen hervor. Da mechanische Einwirkung der Larven die Gallenbildung auslösen konnte, wurde zwischen Blatt und Larve eine Lanolinpaste gebracht. Unter ihr wurde vom Blatt eine Zellwucherung gebildet. Endlich wurde nur noch Paste, auf der eine Zeitlang Larven gelegen haben, wiederholt auf die Unterseite der Blätter aufgetragen. Die Blätter bildeten Wucherungen oder zeigten erhöhtes Wachstum. Aus diesen Versuchen kann geschlossen werden, daß die Larven ein Sekret ausscheiden, das 1. embryonales Wachstum und Zellteilung und 2. Zellstreckung bewirkt, das also in seiner Wirkung pflanzlichen Wuchsstoffen sehr nahe steht. Nolte (1954a) wiederholte diese Versuche mit einer anderen Methode, indem er eine Paste verwendete, die er durch Verreiben von Wollfett mit zerquetschten Larven herstellte. Er erhielt Aufwölbungen der behandelten Stelle des Blattes genau so wie von Wollfett +  $\beta$ -Indolylessigsäure ( $10^{-7}$ ). Diese Versuche bewiesen allerdings nicht, daß dieser wachstumsfördernde Stoff wirklich von den Larven ausgeschieden wurde, sondern er konnte genau so gut Wuchsstoff der Pflanze sein, den die Larve mit ihrer Nahrung aufgenommen und vielleicht in sich gespeichert hatte. Zu dieser Erkenntnis ist Nolte (1954b) später selbst gekommen. Im *Helianthus*-Test nach Ruge erhielt er mit *M. fagi*-Larven Zuwachskurven, die weitgehend mit denen für  $\beta$ -Indolylessigsäure übereinstimmen. Auch Preßsaft aus Gallen und mit Gallen besetzten Blättern förderte den Zuwachs.

Die Bildung der charakteristischen Gallenform stellt sich Jensen (1952) auf Grund seiner Versuche über die Schließung der jungen Galle, der Regeneration junger Gallen, an denen der Boden entfernt worden war, und seiner Beobachtungen über die Bewegungen der Larve in der Galle so vor, daß die Larve mit ihrem Sekret gleichsam wie eine Raupe mit ihrem Seidenfaden beim Kokonbau verfährt und es dort abscheidet, wo Zellteilungen oder -streckungen erfolgen sollen. Bei verletzten jungen Gallen z. B. hält sich die Larve besonders an den Wundrändern auf und bewirkt so eine Regeneration

---

abgegeben werden, beruht auf anderen, nicht bewiesenen morphologischen und physiologischen Voraussetzungen und erscheint daher, aber auch, weil sie überhaupt im Gegensatz zu unserer Anschauung über das Wesen der Galle steht, wenig überzeugend.



des Gewebes, so daß die Galle wieder geschlossen wird. „Die wuchsstoffähnlichen Stoffe der Gallenlarve sind somit Werkzeuge, mit denen die Insektenlarve aus den Zellen des Buchenblattes die Galle herausmodelliert.“

Auf dem Buchenblatt kommt noch eine zweite Gallmückengalle vor, mit deren Erreger, *Hartigiola annulipes* Htg., Godan einige Versuche gemacht hat. Ähnlich wie Nolte stellte sie aus 250 Larven im ersten und zweiten Stadium eine Lanolinpaste her, mit der allerdings auf den Buchenblättern keine Zellwucherungen, wohl aber grüne Inseln im herbstlich verfärbten Blatt hervorgerufen werden konnten, wie sie am Fuß der Gallen mit lebenden Larven beobachtet oder nach dem Tode der Larven nach Behandlung mit Apfelsäure und Lävulose-Lösung und darauffolgender Anbringung von Heteroauxinpaste hervorgerufen werden können. Sie erhielt auch Wachstumsreaktionen an Rapsblättern. Wird die Larve in der Galle mit einem Nadelstich abgetötet, stellt letztere ihr Wachstum ein, bringt man blattunterseits auf junge Gallen mit lebenden Larven die Hemmstoffe Kumarin ( $10^{-2}$ ) und 2,3,5-Trijodbenzoesäure ( $10^{\circ}$  C) in Lanolinpasten 3mal in 10tägigen Abständen, so wird dadurch die Entwicklung der Galle verhindert, obwohl die Larve weiterhin am Leben bleibt. Alle diese Versuche sprechen ebenfalls für die Ausscheidung eines Stoffes durch die Larve, der entweder selbst ein Wuchsstoff ist oder die Wachstoffsformation in der Pflanze anregt.

Ein neues Problem, das bei allen diesen Untersuchungen noch nicht erörtert wurde, tut sich hier auf: Wie kommt es, daß auf demselben Buchenblatt durch 2 verschiedene Mückenarten 2 verschiedene

Gallen gebildet werden können? Nach Jensens Hypothese ist das Baumaterial, die Blattzellen, dasselbe und das Handwerkszeug, das Speicheldrüsensekret soll, wenigstens nach Jensen, nicht artspezifisch sein. Nach Jensen könnte die Entstehung verschiedener Gallen nur durch die verschiedenen Bewegungen der Mückenarten zustandekommen. Ein interessantes Objekt für vergleichende Studien zur Feststellung des Anteils von Galleninsekt und Pflanze an der Gallbildung müßte die Buche sein, da auf den Blättern von *Fagus silvatica* die besprochenen beiden hütchenartigen Gallen von 2 verschiedenen Mückengattungen gebildet werden, während auf der ähnlichen kleinasiatischen Buche, *Fagus orientalis*, von *Mikiola orientalis* Kieffer (Abb. 1), von *Phegobia tornatella* Kieffer (die Möhn allerdings für wahrscheinlich identisch mit *Hartigiola annulipes* hält) und ebenfalls von *Hartigiola annulipes* Htg. ähnliche Gallen gebildet werden.



Abb. 1. Galle von *Mikiola orientalis* Kieffer an *Fagus orientalis*. Anatolien: Abant-See. Etwa  $\frac{2}{3}$  nat. Größe.  
Photo: H. Rosenberg.

Auch weitere Versuche mit anderen Mückenarten sprechen für die Beteiligung von Wuchsstoffen bei der Gallbildung in ähnlicher Weise. Die Larve von *Contarinia nasturtii* Kieffer lebt zwischen den Knospen von Sommerraps und verursacht eine Wachstumshemmung der Triebe. Überträgt man die Larven auf junge, noch nicht gestauchte Triebe, so verursachen sie hier dieselbe Schädigung. Nolte (1954a) behandelte mit Preßsäften aus gestauchten Trieben Keimpflanzen und Blätter von Sommerraps und erhielt Welkeerscheinungen, Drehungen und Umbiegen des Randes der Blätter junger Pflanzen. Dieselben Ergebnisse erzielte er durch Aufschwemmung von 200 in Wasser zerquetschten Larven von *C. nasturtii*, aber nicht durch solche von *Dasyneura brassicae* Winn., einer Gallmücke, die in den Schoten von *Brassica*-Arten lebt. In eine 2 mm lange Wunde am Hypokotyl von Raps eingebrachte Wollfettpaste mit zerquetschten Larven von *C. nasturtii* bewirkte charakteristische Krümmungen oberhalb der Behandlungsstelle, die ausblieben, wenn zerquetschte Larven von *D. brassicae*,  $\beta$ -Indolylessigsäure oder reines Wollfett genommen wurden. Nach 5 Stunden verschwanden die Krümmungen wieder, wenn die Paste nicht erneuert wurde. Ein einziger mit Larven durchgeführter *Helianthus*-Test ergab — im Gegensatz zu dem mit *Mikiola* — Zuwachskurven, die denen der Wasserkontrolle gleich waren. Larvenbrei hemmte ebenso wie bei *M. jagi*, das Wachstum von Pilzen (*Alternaria circinans* und *Rhizoctonia solani*), aber nicht von *Penicillium chrysogenum*. Durch *D. brassicae* und *D. capsulae* Kieff. konnte dagegen bei derselben Versuchsanordnung überhaupt keine Hemmwirkung auf das Pilzwachstum festgestellt werden.

Die Gallbildung durch *Dasyneura affinis* Kieff. an Veilchen, nach oben und innen eingerollte, dick fleischig aufgetriebene und stark behaarte Blätter (schöne Abbildung bei Franz), führt Clausen auf ein Sekret des ersten Larvenstadiums zurück, mit dem er an Weinranken und Blattstielen Wuchsstoffreaktionen erzielen konnte. Nach Godan sind es nur die jungen und mittleren Larven, die das Gallenwachstum anregen, das mit dem Heranwachsen der Larven immer geringer wird und schließlich beim Einspinnen der Larve ganz aufhört. Gleichsinnig mit der Larvenaktivität nimmt auch die Anthocyanbildung im Gallengewebe zu oder ab.

Die Blütengallen an *Hemerocallis*, die von den Larven von *Contarinia quinquenotata* (F. Löw) hervorgerufen werden, sind mit einer klebrigen, zuckerhaltigen, wahrscheinlich durch Überproduktion der Nektarien entstandenen Flüssigkeit angefüllt (H. Weidner 1952). Nach Frey-Wyssling ist die Tätigkeit der Nektarien in der normalen Pflanze auf eine mangelnde Korrelation zwischen Bildungsstoffe mobilisierendem und Bildungsstoffe verbrauchendem Gewebe zurückzuführen. Wenn es nun in der Galle zu einer Überproduktion von Nektar kommt, so müssen in ihr Bildungsstoffe im Überfluß vorhanden sein, die nur durch die Einwirkung der Gallmückenlarve entstanden oder von ihr ausgeschieden sein können. Also auch hieraus läßt sich wohl auf Vorhandensein von wuchstoffähnlichen Stoffen im Mückenspeichel schließen. Der Nektar dient der Larve zur Nahrung. Durch seine Bildung wird die Ausbildung von Carotin in den Perigonblättern verhindert, da die Grundstoffe für deren Aufbau durch die Nektarbildung verbraucht werden. Die Blütengallen sind daher stark entfärbt. Freilich müßten diese Annahmen erst noch durch mikrochemische Untersuchungen bewiesen werden.

#### 4. Gallbildung durch Insekten mit beißenden Mundwerkzeugen

Bei den Insektenlarven mit beißenden Mundwerkzeugen interessieren in unserem Zusammenhang besonders die Minierer, d. h. also solche Arten, die

im Pflanzengewebe, z. B. im Mesophyll der Blätter fressen. Wenn in die von der Larve ausgefressenen Minen Kallusgewebe eindringt, die Larve sich aber um dieses nicht kümmert, so haben wir noch keine Galle vor uns, sobald aber die Larve von diesem Wundgewebe frißt oder sich vorwiegend von ihm ernährt und dieses durch den ständig neuen Reiz zu besonders starker Ausbildung kommt, so entsteht eine Galle. Es braucht dabei wahrscheinlich nicht in allen Fällen ein besonderer, von dem Gallentier ausgeschiedener Reizstoff angenommen zu werden. Es gibt so alle Übergänge von der Mine zur Galle und von der Galle zur Mine. Hering gibt dafür einige Beispiele. Der erste Fall wird dargestellt von der Fliege *Phytomyza crepidocecis* Hering, deren Larve in der Basis der Mittelrippe von *Crepis biennis* lebt. Am Minengang haben sich die Zellen des Grundgewebes von normal  $80\ \mu$  auf  $240\ \mu$  vergrößert. Sie enthalten einen Kern mit einem oft etwas vergrößerten Nukleolus oder mit 2 Nukleolen, wenn nicht überhaupt 2 Kerne. Die Larve kehrt mit ihrem Minengang, den sie auch in die seitlich davon liegenden Blattpartien vortreibt, immer wieder in das vergallte Gewebe zurück, so daß ihr Hauptfraß in ihm erfolgt. Eine normale Kallusbildung tritt hier merkwürdigerweise nicht auf, während sich Kallusbildung und Vergrößerung der Zellen des Grundgewebes nach Verletzen des Fibrovasalbündels in den Blattstiellaminen von *Nepticula*-Arten kombiniert finden. Ein Beispiel für den Übergang der Galle zur Mine gibt nach Hering die unterseits vorgewölbte, durch ihre Rotfärbung auffallende Blattpustel der Gallmücke *Cystiphora hieracii* F. Löw an *Hieracium*-Arten. Die Mine ist sehr klein, die 4–5 Lagen von Schwammparenchym sind unverletzt, nur an einigen Stellen sind offenbar Löcher hineingefressen(?). An der Grenze des Minenhohlraumes sind die Zellen mäßig verdickt und höchstens auf das Dreifache vergrößert. Sie werden wohl von der Larve zur Ernährung verwendet, wodurch die zu ihrer Größe auffallende Kleinheit der Mine zu verstehen ist. Mit der Anschauung Herings, daß man in der Blattpustel auch eine Art Mine erkennen kann, will ich mich nicht recht befreunden. Man könnte das histologische Bild auch so deuten, daß einige Zellen durch die Tätigkeit der Larve aufgelöst werden und sich die Larve, wie ihre Verwandten, durch Saugen ernährt. Dann wäre die Blattpustel doch als eine echte Galle zu betrachten.

Vielleicht sind auch die Blattwespengallen auf den Weidenblättern als umgewandelte Minen zu deuten. Es gibt viele minierende Blattwespenlarven. Es gibt auch viele Blattwespenweibchen, die durch ihre Eiablage eine charakteristisch geformte Geschwulstbildung am Blatt, ein sogenanntes Procecidium verursachen. Bei den blattgallenbildenden Weidenblattwespen, z. B. *Nematus* (= *Pontania*) *proxima* Lep. (= *capreae* L.), trifft beides zusammen. Bei der Eiablage wird vom Weibchen ein cecidogener Stoff abgeschieden, wie schon Beijerinck (1888) gezeigt hat. Es entsteht dadurch ein Procecidium, das mit dem sich streckenden Blatt die volle „Gallengröße“ erreicht. Auch ohne Ei, offenbar allein durch den Anstich, geht diese Bildung vor sich, wie der hohe Prozentsatz der „Anstiche“ und „leeren Gallen“ wahrscheinlich macht, den Niklas bei *N. proximus* festgestellt hat. Die ausschlüpfende Larve miniert nun in dem Procecidium, das durch diesen erneuten Reiz noch etwas verändert werden kann und, dessen inneres Gewebe von der Larve regelrecht abgeweidet wird. Die *Nematus*-Larven koten wie Minierer, während Gallmücken und Gallwespen nicht koten. Die Annahme der Abgabe eines besonderen cecidogenen Stoffes ist vielleicht bei den Blattwespen-Larven, ebenso wie bei den gallbildenden Käfer- und Schmetterlingslarven [vielleicht mit Ausnahme von



(*Cecidoses*<sup>1)</sup>) nicht notwendig, da man die von ihnen hervorgerufenen Gallenbildungen auch auf die Wirkung von Kallusbildung oder Wundhormonen zurückführen kann, bzw. auf ganz natürliche pflanzenphysiologische Vorgänge, soweit es sich nicht um Reaktionen auf ein Sekret des Weibchens bei der Eiablage handelt.

Werth führt dafür den Apfelblütenstecher an. Seine Larve zerstört bekanntlich durch ihren Fraß Staubgefäße und Griffel der noch im Knospenzustand ruhenden Apfelblüte. Bei der normalen Blüte bedeutet das Absterben dieser Teile die Beendigung der Funktion der äußeren Blüte. Sie wird überflüssig und die Kronblätter welken. Dies geschieht auch in der vom Kaiwurm befallenen Blüte. Nach Vernichtung der Geschlechtsorgane welken die Blütenblätter, ohne sich geöffnet zu haben. Durch vorsichtiges Abschneiden der Staubgefäße und des Griffels mit dem Präpariermesser hat Werth denselben Erfolg bei den Blütenblättern erzielt, und durch Fraß der in die Blütenknospen eingedrungenen Frostspanner-raupen entsteht, wenigstens äußerlich, dasselbe Bild wie durch den Kaiwurm, nur daß die Raupen vielfach auch die Blütenblätter unten anfressen.

Ähnliche Verhältnisse wie bei den Blattminierern finden wir auch bei den Sproßminierern. Die Larven des Prachtkäfers *Agrilus biguttatus* F. fressen horizontale Gänge im Bast alter Eichenstämme. Gelegentlich kann es vorkommen, daß eine Larve etwas tiefer eindringt und die Kambiumzone verletzt. Nach Jacquiot (1949) werden die dort entstandenen Nekrosen durch schon zu Bastzellen differenziertes Gewebe ersetzt, so daß es zu einer Knotenbildung kommt. Diese Knoten sollen durch einen von der Larve ausgeschiedenen wachstumsfördernden Stoff, der vielleicht der 2,4-Dichlorphenoxy-Essigsäure nahesteht, verursacht werden, weil sich dieser Stoff in dem Kot der Larven nachweisen ließ. Daß dies allerdings kein Beweis ist, hat bereits Nolte (1954b) aufgezeigt. Es könnte auch so sein, daß durch den von den Larven verursachten Wundreiz allein die Knotenbildung ausgeht. In der Gattung *Agrilus* finden wir alle Übergänge von Arten, die keine Gallen bilden über gelegentliche bis zu regelmäßigen Gallenbildnern, wie *A. chrysoderes* var. *rubicola* Ab. an *Rubus* und *Ribes* und *A. chrysoderes* var. *obtusius* Ab. an Rosen. Eine vergleichende Untersuchung der Fraßart dieser Käferlarven könnte vielleicht auch wertvolle Hinweise für die Klärung des Gallenproblems geben.

Die Bildung ähnlicher gallenartiger Stammanschwellungen werden auch von anderen Insekten immer oder nur gelegentlich herbeigeführt, so z. B. nur gelegentlich von den Raupen von *Cossus cossus* L. an Esche und Pappel (Schleicher). Hierher sind auch die knotenförmigen Anschwellungen des Stammes von *Tectona grandis* zu rechnen, die durch den Fraß eines Volkes von *Neotermes tectonae* Dammermann zwischen Rinde und Holz der jungen Bäume entsteht. Diese javanische Termite lebt auch noch in zahlreichen anderen Bäumen, aber ohne eine Stammanschwellung hervorzurufen (Kalshoven, Abbildung auch bei H. Weidner 1949). Eine Konvergenzerscheinung dazu bildet die Stammanschwellung von *Cecropia adenopus* in Südamerika an der Stelle, wo sie das Nest der Ameise *Azteca mülleri* Em. enthält (Skwarra).

<sup>1)</sup> Die Raupe von *Cecidoses eremita* Curt. veranlaßt nach Wille an *Schinus dependens* in Südamerika die Bildung ihrer 17 mm großen kugeligen, holzigen, dunkelbraunen Galle „durch mechanische und vielleicht auch chemische Reizung“, die die gleiche Gewebearordnung wie der Sproß hat und einen keilförmigen, runden Deckel besitzt, der durch die Schwerkraft und ein feines Gespinst der Raupe solange verschlossen gehalten wird, bis der Falter schlüpft.

Wie ich bereits früher ausgeführt habe, darf man vielleicht auch die Galle von *Saperda populnea* L. an Pappeln als eine Kallusbildung ansehen, von der die Larve in ihrem ersten Lebensjahr lebt. Durch den ständigen Fraßreiz schwillt die befallene Stelle knotenförmig an. Wenn im zweiten Lebensjahr die Larve zu minieren beginnt, hört die Gallenbildung auf (H. Weidner 1950). Auch hier müssen noch viele Einzeluntersuchungen durchgeführt werden, bevor man Klärung erwarten kann.

Auch bei den Käfern können ähnliche Verhältnisse wie bei den *Nematus*-Arten erkannt werden. *Ceutorrhynchus napi* Gyll. z. B. ruft durch das Schutzsekret seines Eies ein gallenartiges Gebilde in den oberen Stengelpartien des Rapses hervor, dessen Entwicklung Günthart, Dosse und Dautert beschrieben haben. Es ist, wie Dosse sehr richtig folgert, keine eigentliche Galle, sondern ein Procecidium; er nennt es eine Hypotrophie mit nachfolgender Degeneration und Nekrose. Die Larven selbst minieren, nachdem sie vom Gewebe des Procecidiums etwas abgefressen haben. Mit der Erzeugung dieses pathologischen Gewebes haben sie aber nichts zu tun. Bei anderen Arten jedoch, so bei *C. pleurostigma* Gyll., leben sie in einer rundlichen Wurzelgalle. Also auch in dieser Gattung finden wir einen Übergang vom Minierer zum Gallenbewohner.

### 5. Untersuchungen an Cynipiden-Gallen

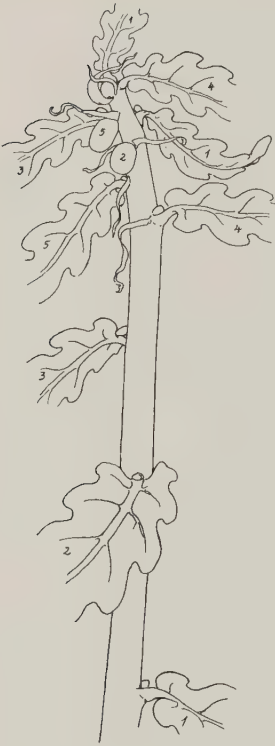
Die Cynipiden-Gallen nehmen unter den Gallen eine gewisse Sonderstellung durch ihre ausgeprägte Formbeständigkeit und ihren großen Formenreichtum ein. Außerdem zeigen sie in ihrem histologischen Aufbau sehr stark differenziertes Gewebe, so daß man sich ihre Entstehung durch einfache Wuchsstoffwirkung kaum erklären kann. Werth meint, daß schon der Vergleich des Aufbaues der Gallen mit dem der Eichenfrucht (Nährgewebe der Galle = Endosperm des Samens, Schutzschicht = Samenschale oder holziges Endocarp, Gallenparenchym — fasig-fleischiger Exocarp) erkennen läßt, daß auch im Bau der Galle nur dieselben, der Pflanze als Erbanlagen überkommenen Wachstums- und Bildungsfähigkeiten in Erscheinung treten, „welche sowohl auf den Reiz der (individualfremden) befruchteten Eizelle und des daraus entstehenden Embryos hin zur Samen- und Fruchtbildung führen als auch auf den Reiz des (artfremden) in ihren Körper praktizierten Gallentierkeimes und der daraus hervorgehenden Larve hin analoge, zur „Galle“ werdende Organe ausbilden.“

Die Cynipidengallen sind wegen ihrer Kompliziertheit am schwierigsten zu untersuchen. Über die Biologie der Larven, die ja die Voraussetzung für ein Verständnis der gallebildenden Vorgänge ist, hat Roth eine sehr eingehende Untersuchung veröffentlicht. Daraus geht hervor, daß auch sie ihre Nahrung saugend aufnehmen, nachdem sie vorher mit den Mandibeln eine Zelle der inneren Nährschicht der Galle aufgebissen haben, aus der dann infolge ihres hohen Turgors der Inhalt austritt. Zunächst frißt die Larven den saft- und plasmareichen Inhalt der primären Nährzellen. Wahrscheinlich liefert diese eiweißhaltige Nahrung vor allem Aufbaustoffe für die wachsende Larve; bevor das sekundäre Nährgewebe ausgesaugt wird, gehen offenbar, beeinflusst durch das Sekret der Malpighischen Gefäße der Larve, bedeutsame Veränderungen im Chemismus der Zellen voraus, die Roth in den Gallen von 10 verschiedenen Gallwespenarten in gleicher Weise festgestellt hat: Der Zelldurchmesser verdoppelt sich, der Zellinhalt wird aus einem halbfesten in den flüssigen Zustand überführt, die Zellmembran wird dünner und zarter, der

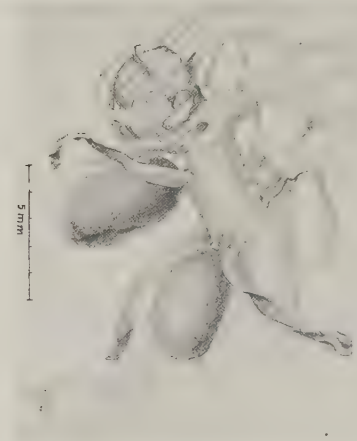
Kerndurchmesser nimmt zu (von 8–10  $\mu$  auf 15–20  $\mu$ ), das Plasma, das vorher mit Kernfarbstoffen nicht färbbar war, nimmt jetzt Kernfarbstoffe an, die in der Zelle abgelagerte Stärke wird Öl, der Zellinhalt reagiert alkalisch, während er vorher sauer reagiert hatte. Roth glaubt, daß der Einfluß der Larve auf diese chemischen Vorgänge in der Zelle als ein enzymatischer angesehen werden kann, sein Mechanismus aber noch völlig ungeklärt sei. Die zytologischen Veränderungen im Nährgewebe wurden auch von Garrigues (1950) bestätigt, der die Gallen von *Andricus currator* Htg. und *Neuroterus* (*Spathogaster*) *quercus-baccarum* L. untersucht hat. Das Chromatin hat in den vergrößerten Zellkernen die Gestalt breiter, meist voneinander getrennt verlaufender Bänder, die aus einem Netzwerk von 3 bis 4 Linien von Granulis oder aus 2 dickeren, mit einander anastomierenden Chitinfäden bestehen und 2- oder 3mal den Kernraum durchziehen, an Telephasenchromosomen erinnernd. Auch Woll hat in den Kernen des Gewebes anderer Cynipidengallen ebenfalls diese Bänder gefunden, doch bestand nach seinen Beobachtungen das Chromatin aus sehr feinen Fäden, die oft doppelt, manchmal auch zu vieren nebeneinander herliefen und homologe Chromosomenzentren trugen. Nach ihm kann die Deutung dieser Fäden als Chromonemen und die Chromosomenzentren als Chromomeren als gesichert gelten. Er glaubt, daß sie in diesen Kernen deshalb so viel besser als in normalen Ruhekernen zu sehen sind, weil die chromatische Substanz in den physiologisch hoch aktiven Nährzellen sicherlich vermehrt worden ist, was aber nicht unbedingt auch eine Vermehrung der Chromosomenzahl zur Folge haben muß. Das rhythmische Wachstum der Nukleolen spricht ebenfalls für Vermehrung des chromatischen Materials.

Die Vergrößerung des Nukleolus in den Kernen der Nährgewebiszellen der Cynipidengallen könnte mit den beim Stärkeabbau auftretenden Zucker in kausalem Zusammenhang stehen. Doch glaubt Meyer auf Grund seiner Versuche und Beobachtungen, daß dies nicht der Fall ist, sondern daß sie vielmehr mit der Steigerung des Eiweißstoffwechsels zusammenhängt. Konnte er doch sowohl in den eiweißreichen Nährzellen der Gallen der sexuellen Generation von *Neuroterus* (*Spathogaster*) *quercus-baccarum* (und der *Dasyneura urticae* Perris) als auch im Gallmeristem von *Diplolepis* (= *Rhodites*) *rosae* L. Ribonukleinsäure nachweisen. Er glaubt, daß diese die Eiweißsynthese im Gallmeristem für den Aufbau der Galle, in den Nährzellen aber im Dienst des Gallentieres durchführt. Damit stimmt sehr gut die Beobachtung von Roth überein, nach der das Wachstum der Galle rascher verläuft als das der Larve. Erst wenn erstere voll ausgebildet ist, wächst letztere rascher heran. Auch Taylor, der die Entwicklung, Anatomie und Zytologie der Galle von *Liposthenes* (= *Aylax*) *glechomae* L. auf den Blättern von *Nepeta* (= *Glechoma*) *hederacea* untersucht hat, stellte ebenfalls die Vergrößerung der Nukleolen als Anfang der Gallbildung fest, ebenso merkwürdige Kerne, die er auf gestörte Mitosen zurückführte, und einen wesentlich erhöhten Gehalt der Nährzellen an Ribonukleinsäure. Letztere konnte er auch in noch viel größerer Konzentration in Drüsen der *Liposthenes*-Larven finden. Er kommt daher zu der Vermutung, daß die Sekrete dieser Drüsen den Ribonukleinstoffwechsel der Blattzellen derart beeinflussen, daß sie in Teilung treten und so zum Gallenwachstum führen. Daß von den Cynipidengallen selbst auch ein Einfluß auf das Wachstum des sie tragenden Sprosses ausgehen kann in der Art, wie wir oben bei den Blattlausgallen auf *Artemisia vulgaris* kennengelernt haben, zeigt sehr schön der in Abbildung 2 dargestellte Sproß einer Eiche mit 2 Gallen der sexuellen Generation von *Cynips* (= *Diplolepis*) *divisa* Htg., an dem 2 nahe beieinanderstehende





A



B

Abb. 2. Gallen der sexuellen Generation von *Cynips divisa* Htg. A im Bereich der Gallen im Wachstum gehemmter und gekrümmter Sproß mit unregelmäßiger Blattstellung. 1-5 die Blätter eines Blattzyklus. B die beiden Gallen stärker vergrößert. Hamburg, Botanischer Garten.

Zeichnung: F. Diehl.

## 6. Diskussion über die Ergebnisse der bisher über die Gallbildung gemachten Beobachtungen

Es erhebt sich die Frage, ob aus den bisher gemachten Beobachtungen und Versuchen bereits eine allgemeingültige Anschauung über die Ursachen der Gallenbildung gewonnen werden kann. Auf jeden Fall steht das eine fest, daß das pflanzliche Gewebe unter dem Einfluß aller untersuchten Gallentiere [außer bei Insekten wurde auch bei *Aceria* (= *Eriophyes*) *dispar* Nal. von Zimmermann und bei Nematoden von Nolte (1952), auf Anwesenheit von Wuchsstoffen geschlossen) die gleichen Veränderungen erleidet: Vergrößerung von Kernen und Nukleolen, Vermehrung des Chromatins, Verflüssigung des Zellinhalts, Streckungswachstum der Zellen, pathologische Zellteilungen und an anderen Stellen Wachstumshemmungen. Der Reiz wird wahr-

<sup>1)</sup> Obwohl die agame Generation von *Cynips divisa* Htg. stellenweise sehr häufig ist, wird die sexuelle Generation kaum in einer Faunenliste erwähnt, und ihre Beschreibung in den üblichen Bestimmungsbüchern erfolgte offenbar nur nach einer von Adler gegebenen Abbildung einer Blattrandgalle. Daß aber das ganze Blatt zur Galle werden kann, was auch Adler beschrieben hat, wurde ganz übersehen.

scheinlich vom Speichel (bei Blattläusen und Gallmücken) oder vom Sekret der Malpighischen Gefäße (Gallwespen) ausgelöst, kann aber vielleicht auch, wie bei den fressenden Gallentieren nur rein mechanischer Natur sein. (Wenn eine Pflanzenstelle zerstört wird, wird die benachbarte intakte Zelle zur stärkeren Ausbildung von Wundhormonen angeregt.) Dieser Reiz wirkt wohl regulatorisch auf die Wachstumsenzyme der Zelle ein, wobei ein erhöhter Heteroauxinspiegel eine Rolle spielt. Durch diesen Mechanismus kann man die Wachstumsvorgänge verstehen, die sofort aufhören, wenn der Reiz ausbleibt, sei es, daß das Tier gestorben oder ins Puppenstadium eingetreten ist. Dieser Reiz scheint unspezifisch zu sein. Wie die charakteristische Form der Galle zustandekommt, ist noch in keiner Weise experimentell erforscht. Einfache Gallen lassen sich vielleicht rein mechanisch durch einseitige Wachstumsvorgänge erklären. Für formcharakteristische und kompliziert gebaute Gallen genügt eine solche Erklärung aber nicht. Die Theorie von Jensen, nach der das Gallentier an verschiedenen Stellen sein cecidogenes Sekret abscheidet und dadurch, gleich wie die Raupe aus ihrem Spinnfaden einen Kokon formt, mit ihm das Wachstum der Zellen so reguliert, daß es eine bestimmt artcharakteristische Form erhält, mag bis zu einem gewissen Grad für die beobachtete Buchengallmückenlarve zutreffen, kann aber nicht ohne weiteres auch auf andere Gallentiere übertragen werden. Die Reblaus sticht nur an einer Stelle das Blatt an, und trotzdem entsteht eine Beutelgalle. Bei anderen Blattläusen bilden gerade die Arten größere und kompliziertere Gallen aus, die nur selten und an wenigen Stellen das Blatt anstechen, als diejenigen Arten, die es häufig und an vielen Stellen besaugen (Zweigelt 1929). Der Hinweis von Werth, daß die Pflanze nur durch ihren in Erbanlagen verankerten Wachstumsformen reagieren kann, ist beachtenswert. Wir wissen heute, daß die Zellen mehrere Enzymsysteme enthalten, die normalerweise niemals gebraucht werden, und damit die Möglichkeit haben, etwa wenn sie durch den vom Gallentier ausgehenden Reiz aktiviert werden, uns fremdartig erscheinende Bildungen hervorzubringen. Freilich kann diese Aktivierung nur unter bestimmten Voraussetzungen stattfinden, etwa bei Anwesenheit eines besonders hohen Hormonspiegels, wie er im jugendlichen meristematischen Gewebe vorhanden ist. Auch klimatische und edaphische Einflüsse können dabei von Bedeutung sein. Die Mannigfaltigkeit dieser Gallbildungen auf derselben Pflanze (bei der Eiche sind es fast 200!) könnte dadurch erklärt werden, daß durch dieselben Reizstoffe verschiedene Gallenformen hervorgerufen werden: 1. je nach dem von ihnen getroffenen pflanzlichen Organ, 2. je nach der Entwicklungsphase, in der es getroffen wird, 3. je nach der Länge der Einwirkungszeit des Reizes und schließlich 4. je nach der Menge des wirkenden Stoffes, die je nach Größe der Tiere verschieden sein muß. Solche Gesichtspunkte hat man auch in der medizinischen teratologischen Forschung gefunden (Büchner). Dort hat man noch eine weitere Erkenntnis gewonnen, nämlich, daß durch exogene Faktoren Mißbildungen hervorgerufen werden können, die genau so aussehen wie genetisch bedingte.

Etwas ähnliches finden wir auch bei den Pflanzen. Durch Einwirkung von Gallmilben, z. B. *Aceria laticincta* Nal. kann eine vollständig vergallte Pflanze von *Lysimachia vulgaris* entstehen, bei der alle Blätter eingerollt sind. Denselben Habitus zeigt die Mutante „Rinnig“, die aus Kreuzungen der isogamen Komplexheterozygoten *Oenothera Berteriana* mit der ebenfalls isogamen Komplexheterozygoten *O. odorata* hervorgegangen ist. Ihre Blätter „sind längs des Mittelnervs nach oben eingerollt, oft verkrümmt, mit starken Wucherungen

auf der Unterseite. Von der Oberseite ist meist gar nichts mehr zu sehen. Gelegentlich ist nur die eine Blatthälfte eng gerollt, die andere nur locker eingeschlagen (Abb. 3). Histologisch ist aber ein tiefgreifender Unterschied vorhanden. Bei der Mutante „Rinnig“ kommt die Einrollung durch Zellvermehrung auf der Blattunterseite zustande. Das Verhältnis der Zellgröße auf Außen- und Innenseite der Blattrolle bleibt bei dem rinnigen und nicht rinnigen Blatt gleich (E. Weidner). Bei den Blattrandrollungen durch Gallmilben dagegen finden sich auf der Innenseite der Rolle kleine und auf der Außenseite größere Mesophyllzellen. Die Rollung kommt also durch Größenunterschiede der Zellen zustande. Die vergleichende entwicklungsphysiologische Untersuchung dieser Formen könnte vielleicht auch die Entstehung mancher Gallen unserem Verständnis näher bringen.

Ein artspezifischer cecidogener Stoff konnte noch bei keinem Gallentier nachgewiesen werden, aber trotzdem muß man mit seinem Vorhandensein rechnen. Hering hat an polyphagen Minierern festgestellt, daß selbst die



Abb. 3. Normalblätterige und „rinnige“ Form aus einer Kreuzung komplexheterozygoter *Oenotheren*. Nach E. Weidner 1950.

Bildung von Kallusgewebe in den Minen nicht nur von der Pflanze, sondern auch, wenigstens in einigen Fällen, von einer Eigenart des Tieres, vielleicht seinem Kot, beeinflußt werden kann. Für beide Fälle ein Beispiel. In den Minen von *Agromyza alni-betulae* Hendel ist die Kallusbildung nur von der Pflanze bestimmt, denn sie ist im Blatt von *Betula pendula* üppig, während sie in dem von *Alnus incana* ganz fehlt. Im Gegensatz dazu ist sie in den Minen der sehr polyphagen *Liriomyza strigata* Meig. in allen von ihr bewohnten Pflanzenarten sehr üppig, während sie in den Minen von *Phytomyza atricornis* Meig., die in denselben Pflanzen miniert, immer fehlt, selbst wenn sie neben der Mittelrippe verlaufen. Ähnliche Verhältnisse sind auch bei den Gallentieren denkbar.



Selbst wenn wir die formenbildenden Kräfte bei der Gallenbildung besser kennen würden als dies der Fall ist, und wenn wir einen großen Teil der Gallbildungen als eine normale Reaktion der Pflanze auf eine physiologische Störung deuten können, so bleiben doch immer noch 2 große Rätsel zu lösen: 1. die regulatorische Tätigkeit der Pflanze, die dafür sorgt, daß aus den Gallbildungen auch wirklich vollkommene, charakteristisch geformte, symmetrisch gebaute, oft recht komplizierte Gebilde (Abb. 4) werden, wie es, worauf Küster (1953) besonders hinweist, bei der Ausbildung von Doppelgallen der Fall ist, wo 2 Gallen so miteinander verschmelzen, daß sie ein harmonisches Ganzes bilden (Abb. 5), und 2. in dem Aufeinanderabgestimmtsein der Entwicklungsvorgänge an der Pflanze und der Biologie des Tieres. Dies ist ein Sonderfall der Synorganisation, worunter Remane das Problem der Zusam-

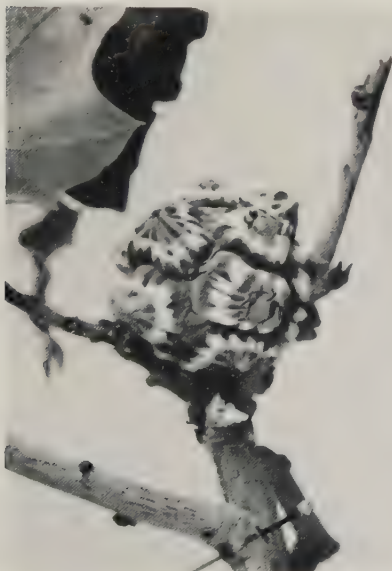


Abb. 4.



Abb. 5.

Abb. 4. Zusammengesetzte Galle von *Andricus mediterraneus* Trotter als Beispiel für einen sehr komplizierten Bau einer Eichengalle mit einem einheitlichen Färbungsmuster. Die einzelnen pyramidenförmigen Teilgallen sind an der Basis rot, in der Mitte weiß und an der Spitze blau. Anatolien: Bursa. Etwas vergrößert.

Photo: H. Rosenberg.

Abb. 5. Oben einfache und unten vollkommen symmetrische Doppelgalle von *Andricus tomentosus* Trotter an Eiche. Etwas vergrößert. Anatolien: Bursa.

Photo: H. Rosenberg.

menordnung verschiedener Teile des Organismus zu einem funktionellen System oder Apparat und die harmonische Weiterbildung dieses Apparates im Lauf der Evolution versteht. In unserem Fall findet dieselbe Zusammenordnung zu einem gemeinsamen Effekt zwischen Pflanze und Tier statt, ebenso wie wir auch im Zusammenleben verschiedenartiger Tiere ähnliche Verhältnisse finden können, wofür v. Haffner erst kürzlich ein interessantes Beispiel beschrieben hat. Muscheln der Gattung *Vulsella* sind Einmieter in Badeschwämmen. Die junge Muschel setzt sich auf der Oberfläche des Schwammes

fest. Während dieser alle Fremdkörper vollständig überwächst und einkapselt, tut er es in diesem Fall nicht. Er schließt die Muschel nur so weit ein, daß ihr Hinterende frei bleibt, außerdem bildet er ausführende, fast parallel zueinander verlaufende Kanäle aus, die in den Kloakenraum der Muschel führen. Die Seitenwülste neben der Öffnung dieser Kanäle sind charakteristische, geweblich eigenartige Neubildungen des Schwammkörpers, ebenso wie die der Muschelschale aufliegende Oberfläche des Schwammes eine andere Struktur aufweist als seine freie Oberfläche. Sobald die Muschel gestorben ist, wird sie vom Schwamm wie ein Fremdkörper überwachsen und abgekapselt. Es ist nicht erwiesen, aber nicht unmöglich, daß die Kanäle des Schwammes in ernährungsphysiologischer Verbindung mit der Muschel stehen. So haben wir hier also ganz ähnliche Verhältnisse wie in den Gallen vor uns.

Die neuen Untersuchungen über die Entstehung der Gallen haben uns, fußend auf den Ergebnissen moderner Zellphysiologie, einen Einblick in den Mechanismus des Gallenwachstums tun lassen, der allerdings erst die groben Umrisse dieses komplizierten Geschehens erkennen läßt. Noch ist die Physiologie des normalen Gewebes zu wenig erforscht, so daß erst hier noch viel getan werden muß, bevor die Gallenforschung auf diesem Gebiet größere Fortschritte erhoffen darf. Ob wir zu einer Erkenntnis der eigentlichen formbildenden Kräfte durchstoßen werden, muß die Zukunft lehren. Vorläufig jedenfalls gilt auch hier, was einmal G. Jürgens von der Infektionskrankheit sagte: „Die Welt ist leicht geneigt, in neuen Entdeckungen den Schlüssel zu den Geheimnissen der Natur zu suchen und vergißt, daß nur die mechanische Werkstatt sich der Wissenschaft öffnet, die bildenden Kräfte bleiben ihr unzugänglich.“

### Zusammenfassung

Die Gallbildung wird durch eine chemische, oder vielleicht in manchen Fällen auch nur durch eine mechanische Wirkung der Insekten auf das Enzymsystem der Pflanzenzellen und auf den Hormon-(Heteroauxin-)Haushalt ausgelöst. Nur das anormale Wachstum kann so verstanden werden, nicht aber die Bildung spezifischer Gallen.

### Summary

Gall-formation is caused by chemical or in many cases probably only by mechanical action on the enzymatic system of the plant cell and on phytohormones (Heteroauxin). Only abnormal growth is due to mechanical action, not the formation of a specific gall.

### Literatur

(Von mir nicht im Original eingesehene Arbeiten sind mit \* gekennzeichnet. Frl. S. von Bergen und Frl. G. Rother danke ich für ihre Hilfe bei der Sammlung und Sichtung der Literatur.)

- Adler, H., 1881: Über den Generationswechsel der Eichengallwespen. — Zeitschr. wiss. Zool. **35**, 151–246.  
 Allen, T. C., 1947: Suppression of insect damage by means of plant hormones. — Journ. econom. Entomol. **40**, 814–817.  
 Anders, F., 1956: Zur biologischen Charakterisierung der galleninduzierenden Substanz aus dem Speichelsekret der Reblaus. — Verh. Deutsch. Zool. Ges. Erlangen (**49**. Jahresvers. 30. 5.–4. 6. 1955). S. 421–428.  
 Becher, E., 1917: Die freinddienliche Zweckmäßigkeit der Pflanzengallen und die Hypothese eines überindividuellen Seelischen. Jena.  
 Beijerinck, M. W., 1882: Beobachtungen über die ersten Entwicklungsphasen einiger Cynipidengallen. — Verh. K. Akad. Wet. Amsterdam **22**, 1–98.

- Beijerinck, M. W., 1885: Die Galle von *Cecidomyia poae* an *Poa nemoralis*. — Bot. Zeitg. **43**, 305–321.
- — 1888: Über das Cecidium von *Nematus capreae* auf *Salix amygdalina*. — Bot. Zeitg. **46**, 1.
- Böhner, K., 1933–1935: Geschichte der Cecidiologie. Mittenwald, 2 Bände.
- \*Bonner, D. M., Haagen-Smith, A. J., Went, F. W., 1939: Leaf growth hormone. I. A bioassay and source for leaf growth factors. — Bot. Gaz. **101**, 128. Zit. nach Küster 1949.
- \*Borgström, G., 1939: The transverse reactions of plants. Lund. Zit. nach Küster 1949.
- Bramstedt, F., 1948: Über die Verdauungsphysiologie der Aphiden. — Zeitschr. Naturforschg. **3b**, 14–24.
- Büchner, F., 1955: Diskussion über die Referate zu dem Thema „Fünfzig Jahre Entwicklungsphysiologie“. — Verh. Ges. Deutsch. Naturf. Ärzte, 98. Vers. Freiburg i. Br. 1954, 132–134.
- \*Büsgen, M., 1895: Zur Biologie der Galle von *Hormomyia fagi* Htg. — Forstl. naturw. Zeitschr. **4**, 10. Zit. nach Roß 1932.
- \*Carter, W., 1939: Injury to plants caused by insect toxins. — Bot. Rev. **5**, 273 bis 326. Zit. nach Allen.
- Clausen, R. L., 1950: Observations sur la Cécidomyia de la violette *Dasyneura affinis* Kieffer. — Mitt. Schweiz. Entom. Ges. **23**, 200–206.
- Deubert, K. H., 1952/53: Über das durch die Eiablage von *Ceuthorrhynchus napi* Gyll. (Col. Cure.) verursachte histologische Schadbild an Winterraps. — Wiss. Zeitschr. Univers. Halle **2**, 203–205.
- Dosse, G., 1951: Der Große Kohltriefbrüller *Ceuthorrhynchus napi* (Gyll.). — Zeitschr. angew. Entomol. **32**, 489–566.
- Duspiva, F., 1953: Der Kohlehydratumsatz im Verdauungstrakt der Rynchoten, ein Beitrag zum Problem der stofflichen Wechselbeziehungen zwischen saugenden Insekten und ihren Wirtspflanzen. — Mitt. Biol. Zentralanst. Land-u. Forstw. Berlin-Dahlem **75**, 82–89.
- Franz, E., 1952: Veilchengallmücken in Frankfurt am Main. — Natur u. Volk **82**, 314–318.
- Frey-Wyssling, A., 1935: Die Stoffausscheidung der höheren Pflanzen. Berlin.
- Garrigues, R., 1947: Aperçu sur les modifications anatomiques et cytologiques observées dans les zoocécidies. — Bull. Soc. Bot. France **94**, 115–116.
- — 1950: Sur un type particulier de noyau trouvé dans des Hyménoptéroécidies. — Compt. rend. Acad. Sci. **231**, 984–986.
- Godan, D., 1955: Beitrag zur stofflichen Beeinflussung des Gallengewebes durch Gallmückenlarven. — Mitt. Deutsch. Entom. Ges. **14**, Heft 1, 8–11.
- — 1956: Beiträge zur Autökologie der Veilchenrollmücke (*Dasyneura affinis* Kieff.). — Zeitschr. angew. Entom. **39**, 1–19.
- Günthart, E., 1949: Beiträge zur Lebensweise und Bekämpfung von *Ceuthorrhynchus quadridens* Panz. und *Ceuthorrhynchus napi* Gyll. — Mitt. Schweiz. Entom. Ges. **22**, 441–591.
- Haffner, K. v., 1956: Über Muscheln der Gattung *Vulsella* als Einmieter in Badeschwämmen und die Bedeutung des Zusammenlebens. — Zool. Jahrb. (Anatom.) **75**, 1–38.
- \*Harder, H. und Witsch, H. v., 1941: Blühhormonleitung und Entstehung verlaubter Blütenstände. — Nachr. Akad. Göttingen, math.-phys. Kl. **84**. Zit. nach Küster 1949.
- Hering, M., 1951: Veränderungen in pflanzlichem Gewebe unter dem Einfluß minierender Insektenlarven. — Svensk. Bot. Tidskr. **45**, 42–71.
- Jacquot, C., 1949: De quelques particularités anatomiques et cytologiques observées dans l'aubier de chênes déperissants (*Quercus sessiliflora* Sm. et *Q. pedunculata* Erh.). — Compt. rend. Acad. Sci. **229**, 241–243.
- — 1950: Sur le déterminisme de la formation des tumeurs ligneuses observées chez le chêne attaquées par *Agrilus biguttatus* Fbr. — Compt. rend. Acad. Sci. **231**, 1552–1554.
- Jensen, P. B., 1948: Formation of galls by *Mikiola fagi*. — Physiol. plantarum **1**, 95–108.
- — 1952: Untersuchungen über die Bildung der Galle von *Mikiola fagi*. — Dan. Biol. Medd. **18**, Nr. 18, 1–19.
- Jürgens, G., 1949: Arzt und Wissenschaft. Hannover.



- Kalshoven, L. G. E., 1930: De Biologie van de Djatitermiet (*Kaloterms tectonae* Damm.) in Verband met zijn Bestrijding. Wageningen.
- Kloft, W., 1951a: Vergleichende Untersuchungen an einigen Cocciden und Aphiden. — Verh. Deutsch. Zool. Marburg 1950, 290–296.
- — 1951b: Insekten steuern das Wachsen von Pflanzen. — Umschau **51**, 40–42.
- Küster, E., 1911: Die Gallen der Pflanzen. Leipzig.
- — 1947: Über die Gallen der Pflanzen und ihre zytologische Erforschung. — Forsch. u. Fortschr. **21/23**, 143–144.
- — 1949: Die Gallenprobleme im Lichte neuer Forschungen. — Gießener Naturw. Vorträge, Heft 4.
- — 1953: Betrachtungen über die Entstehung der Pflanzengallen auf Grund neuer Forschungen. — Forsch. u. Fortschr. **27**, 8–11.
- Lambers, D. H. R., 1950: Host plants and aphid classification. — Verh. VIII. Internat. Kongr. Entomol. Stockholm, 141–144.
- Link, G. K. K., Eggers, V. and Noulton, J. E., 1940: Avena coleoptile assay of ether extracts of aphids and their hosts. — Bot. Gaz. **101**, 928–939.
- Magnus, W., 1914: Die Entstehung der Pflanzengallen. Jena.
- \*Martin, J. P., 1930: Stem galls of sugar cane induced with an insect extract. — Haw. Planter's Record **42**, 129–134. Zit. nach Allen.
- Meyer, J., 1950: Gigantisme nucléolaire et cécidogenèse. — Compt. rend. Acad. Sci. **231**, 1333–1335.
- Nicolas, G. et Aggéry, B., 1949: Nouvelles observations sur une cécidie foliaire accompagnée d'une courbure de la tige d'*Artemisia vulgaris* L. — Compt. rend. Acad. Sci. **229**, 1098–1100.
- — et Nystérakis, F., 1947: Sur une cécidie foliaire d'*Artemisia vulgaris* L. — Compt. rend. Acad. Sci. **225**, 1238–1240.
- Niklas, O. F., 1955: Untersuchungen zur Ökologie der Weidengallen-Blattwespen *Nematus* (*Pontania*) *proximus* Lep. und *N. vesicator* Bremi. — Beitr. Entomol. **5**, 129–152.
- Nolte, H. W., 1952.: Die Nematodenschäden und ihre Ursachen. — Deutsche Landwirtschaft **3**, 531–534.
- — 1954a: Untersuchungen über die stofflichen Grundlagen der Gallenbildung. — Verh. Deutsch. Ges. angew. Entomol. (1952 in Frankfurt a. M.) **12**, 124–128.
- — 1954b: Zur Frage der stofflichen Beeinflussung der Pflanzen bei Befall durch Schadinsekten. — Deutsch. Entomologentag Hamburg, S. 139–146.
- Nystérakis, F., 1945: Phytohormones et court-noué de la vigne. — Compt. rend. Acad. Sci. **221**, 54–56.
- — 1946a: Nouvelle interprétation de la formation des cécidies. — Compt. rend. Acad. Sci. **222**, 1133–1134.
- \* — — 1946b: Résistance de vignes américaines au phylloxera et sensibilité de leurs cellules aux phytohormones. — Compt. rend. Acad. Agr. **32**, 444.
- — 1947: Zoocécidies et substances de croissance. — Compt. rend. Soc. Biol. **141**, 1218–1219.
- — 1948a: Phytohormones et inhibition de la croissance des organes végétaux attaquées par des aphides. — Compt. rend. Acad. Sci. **226**, 746–747.
- — 1948b: Nouvelle observations sur l'inhibition de la croissance des organes du prunier attaquées par *Anuraphis helichrysi*. — Compt. rend. Acad. Sci. **226**, 831–832.
- — 1948c: Influence des substances secrétées par un Aphide sur le fonctionnement des assises génératrices du prunier. — Compt. rend. Soc. Biol. **142**, 1212 bis 1214.
- — 1948d: Autres preuves sur la sécrétion d'auxines par certains insectes. Un nouveau test, très sensible pour le dosage des substances de croissance. — Compt. rend. Acad. Sci. **226**, 1917–1919.
- — 1949: Sur la grande sensibilité du test „vrille“ à l'hétéro-auxine. — Compt. rend. Acad. Sci. **229**, 527–529.
- Remane, A., 1952: Die Grundlagen des natürlichen Systems der vergleichenden Anatomie und der Phylogenetik. Leipzig.
- Roß, H., 1911: Die Pflanzengallen (Cecidien) Mittel- und Nordeuropas. Jena.
- — 1932: Praktikum der Gallenkunde (Cecidiologie). — Biol. Studienbücher **12**. Berlin.
- Roß, H. und Hedicke, H., 1927: Die Pflanzengallen (Cecidien) Mittel- und Nordeuropas. 2. Aufl. Jena.

- Roth, P.: 1949, Beiträge zur Biologie der Gallwespen. — Verh. Naturf. Ges. Basel **60**, 104–178.
- Schlechtendal, D. H. R. v., 1891: Die Gallbildungen (Zoocecidien) der deutschen Gefäßpflanzen. Zwickau.
- Schleicher, H., 1928: Lepidopt. Rundschau **2**, 38.
- Skwarra, E., 1939: Siedler und Siedlungsbedingungen auf Ameisenpflanzen. — Verh. VII. Internat. Kongr. Entomol. Berlin **2**, 1331–1339.
- Söding, H., 1953a: Die Wirkstoffe und ihre Bedeutung im Leben der höheren Pflanzen. — Berichte Deutsch. Bot. Ges. **66**, 381–388.
- — 1953b: Gallenbildung. — Zeitschr. Bot. **41**, 384–386.
- Sterling, C., 1952: Ontogeny of the *Phylloxera* gall of grape leaf. — Americ. Journ. Bot. **39**, 6–14.
- Taylor, S. H., 1949: Initiation and development of the gall of *Aylax glechomae* on *Nepeta hederacea*. — Americ. Journ. Bot. **36**, 222–230.
- Wartenberg, H., 1953: Über pflanzenphysiologische Ursachen des Massenwechsels der Apfelblutlaus (*Eriosoma lanigerum* auf *Malus pumila*). — Mitt. Biol. Zentralanst. Forst- u. Landw. **75**, 53–56.
- Wehrmeister, H., 1925: Beiträge zur Kenntnis der Cecidiomyidenlarven mit besonderer Berücksichtigung des Darmes. — Zool. Jahrb. (Abt. System.) **49**, 299–334.
- Weidner, E., 1950: Die Manifestation von Gen Ri bei der komplexheterozygoten *Eu-Oenothera l. l.* — Biol. Zentralbl. **69**, 478–499.
- Weidner, H., 1949: Isoptera, Termiten, Weiße Ameisen. In Handbuch der Pflanzenkrankheiten 5. Aufl. **4**, 1. Lieferg. 353–373.
- — 1950: Die Wirkung der Gallinsekten auf ihre Wirtspflanzen. — Naturw. Rundschau **3**, 364–368.
- — 1952: Die Tagliliengallmücke *Contarinia quinquenotata* (F. Löw) Kieffer. — Zool. Anz. **148**, 231–243.
- Wells, B. W., 1920: Early stages in the development of certain *Pachypsylla* galls on *Celtis*. — Americ. Journ. Bot. **7**, 275–285.
- Went, F. W., 1940: Local reaction in plants. — Americ. Naturalist **74**, 107–116.
- Werth, E., 1947: Grundsätzliches zum Problem der Gallenbildung und zur allgemeinen Phytopathologie. — Festschrift Otto Appel, Biol. Zentralanst. Land- u. Forstw. Berlin-Dahlem, 3–6.
- Wille, J., 1927: *Cecidioses eremita* Curt. und ihre Galle an *Schinus dependens* Ortega. — Zeitschr. Morphol. Ökol. Tiere **7**, 1–101.
- Woll, E., 1953: Gallenzytologie. — Zeitschr. Bot. **41**, 386–390.
- — 1954: Beiträge zum Differenzierungsproblem an Hand der Zytologie von Pflanzengallen. Zeitschr. Bot. **42**, 1–29.
- Zimmermann, W. A., 1936: Untersuchungen über die räumliche und zeitliche Verteilung des Wuchsstoffes bei Bäumen. — Zeitschr. Bot. **30**, 209.
- Zweigelt, E. F., 1929: Gallenbildung und Spezialisierung. — Verh. Deutsch. Ges. angew. Entomol. 1929, 62–76.
- — 1931: Blattlausgallen. — Monogr. angew. Entomol. **11**. Berlin.

## Berichte

Die mit \* gekennzeichneten Arbeiten waren nur im Referat zugänglich

### I. Allgemeines, Grundlegendes und Umfassendes

**Maier-Bode & Heddergott:** Taschenbuch des Pflanzenarztes. 1957. Bearbeitet von H. Heddergott, 6. Aufl. 287 S. (+ Kalender), Plastik-Einband. — Landwirtschaftsverlag GmbH. Hilstrup i. W. — Preis DM 3.90.

Dieses Taschenbuch setzt sich mit Recht mehr und mehr durch. Schon von Anfang an brauchbar, wurde es von Auflage zu Auflage mehr und mehr verbessert. Der Aufbau ist im wesentlichen diesmal beibehalten, in allen Kapiteln, vor allem bei den Angaben über Bekämpfungsmaßnahmen, ist aber das Streben des Bearbeiters zu spüren, das Buch den Fortschritten des Pflanzenschutzes entsprechend auf dem Laufenden zu halten.

Blunck (Bonn).

**Yarwood, C. E.:** Obligate parasitism. — Ann. Rev. Plant Physiol. **7**, 115–142, 1956.

In einem Sammelreferat (254 Zitate) stellt Verf. in kritischer Form und unter Verzicht auf spekulative Erörterungen die Probleme des obligaten Parasitismus innerhalb des Pflanzenreiches dar. Werden zu den obligaten Parasiten all die Organismen gezählt, deren unbegrenztes Wachstum auf nicht-lebenden Substanzen — (nicht sehr glücklich als „axenic culture“ bezeichnet) — bislang unmöglich ist, so umfaßt das Gebiet Vertreter der *Mycomycetes*, der *Chytridiales*, der *Peronosporales*, eine große Anzahl weiterer taxonomisch verschieden gestellter Pilze und höherer Pflanzen, sowie die Erysiphaceen, die Rostpilze und im weitesten Sinne die Viren. Unter den Bakterien gibt es keine, bei Tier und Pflanze keine gemeinsamen obl. biotrophen Parasiten. Eine Analyse der Merkmale, die häufig in Verbindung mit diesen Organismen genannt werden (Wachstum im Wirtsgewebe, Haustorien- und Appressorienbildung, Wüchsigkeit und Reaktion der Wirtspflanze, Stimulation des Wirts-Stoffwechsels, physiologische Spezialisierung, Wirtsbereich, erworbene Immunität u. a.) zeigt deutlich, wie zahlreiche die Überschneidungen z. B. mit fakultativen Saprophyten sind. Letztlich bleibt eine Abgrenzung der Sonderstellung von obl. Parasiten auch solange fragwürdig, als über die Kultivierbarkeit nicht endgültig entschieden ist. Verf. gibt zur Lösung des Kultur-Problems zahlreiche Anregungen. Die im Zusammenhang mit obl. biotrophen Parasiten besonders interessanten Fragen der Resistenz-Physiologie werden nicht erörtert. Domsch (Kitzeberg).

**Shaw, M. & Samborski, D. J.:** The physiology of host parasite relations. I. The accumulation of radioactive substances at infections of facultative and obligate parasites including tobacco mosaic virus. — Canad. J. Bot. **34**, 389–405, 1956.

Unter Berücksichtigung eines Teils der bislang vorliegenden Arbeiten über den Einbau markierter Substanzen in den Stoffwechsel parasitär, z. T. virös erkrankter Pflanzen wurden von Verff. die Faktoren analysiert, die für die Verteilung von verschiedenen radioaktiven C-Quellen (einschließlich CO<sub>2</sub>), Phosphat sowie Calcium bestimmend sind. Vornehmlich wurde mit *Puccinia graminis tritici* (I) und *Erysiphe graminis hordei* (II) sowie mit TMV gearbeitet. Alle genannten Stoffe wurden im Bereich der Uredolager (von I) bzw. Pusteln (von II) im Wirtsgewebe, — weniger vom Pilzmycel selbst — angereichert. Die Anreicherung lief der Respirationsrate parallel, sie verstärkte sich mit zunehmender Entwicklung von I und II, sie war am ausgeprägtesten bei Angebot von Tyrosin und Phenylalanin sowie bei Typ-4-Infektionen; sie war in ihrem Ausmaß bei gleicher Pustelgröße sortenverschieden. Die Akkumulation ließ sich unterbinden durch elementaren S, durch Inhibitoren des Atmungsstoffwechsels (Na-azid, 2,4 Dinitrophenol), als auch (reversibel) durch Anaerobiose. Aus diesen und anderen Befunden wird geschlossen, daß die Anreicherung im wesentlichen durch den gesteigerten (und verschieden geleiteten?) Stoffwechsel am Infektionsort bedingt ist. In Geweben, die von fakultativen Parasiten besiedelt (abgetötet) sind, sowie von mechanisch verletzten Geweben wird nicht angereichert. Glukose wird in jungen Läsionen des TMV nicht angereichert. Für die Anwendung systemisch wirkender Fungicide gegen obligate Parasiten dürfte das Phänomen der Anreicherung von Bedeutung sein, da in den Versuchen auch das nicht natürlich vorkommende Lyxonolaktol akkumuliert wurde. Domsch (Kitzeberg).

**Bakshi, B. K.:** Principles of the disease control with reference to Indian forests. — Indian Forests Bulletin **193**, (1)–(5); reprintet from the Indian Forester, **81**, 653–657, 1955.

Eine kurze Darstellung der allgemeinen forstpathologischen Probleme unter Berücksichtigung der indischen Verhältnisse. Die wesentlichsten Schadensursachen (und die entsprechenden nicht unbekannten Gegenmaßnahmen) werden an Hand von Beispielen angeführt: Nahrungs- und Wassermangel, Wunden als Eingangspforten parasitischer Pilze, ungünstige Bodenverhältnisse, Humusmangel, erhöhte Anfälligkeit der Reinbestände und abiotisch geschwächter Bäume. Abschließend verweist der Autor auf die große Bedeutung der Forstpathologie, die in Indien zu wenig Beachtung fände (einziges forstpathologisches Institut in Indien: Dehra Dun). Rack (Göttingen).

**Ullrich, J.:** Methoden und Probleme der Meteoropathologie. — Angew. Bot. **30**, 120–124, 1956.

Unter Heranziehung zweier Beispiele (*Plasmodiophora brassicae* und *Phytophthora infestans*) wird dargelegt, daß neue Erkenntnisse auf dem Grenzgebiet der Meteoropathologie nur durch enge Zusammenarbeit von Meteorologen und Phytopathologen gewonnen werden können. Orth (Neuß-Lauenburg).



**Brauns, A.:** Angewandte Bodenbiologie und Pflanzenschutz. — Nachr. Bl. Dtsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 8, 10–13, 1956.

Verf. bringt eine gedrängte Zusammenfassung der Arbeitsgebiete der angewandten Bodenbiologie als eines aufstrebenden Forschungszweiges, der „sich mehr und mehr zu einer eigenen Disziplin unter den zweckgebundenen Wissenschaftsgebieten“ entwickelt. Die engen Beziehungen zur Land- und Forstwirtschaft werden besonders betont und mit zahlreichen Beispielen belegt (Bodengesundheit, Humusfrage, „Krisenfestigkeit“ insbesondere der Holzgewächse). Engste Verbindung besteht aber vor allem mit dem Pflanzenschutz (fakultativ und obligat terricole Organismen als Schädlinge, deren Gegenspieler oder indifferente Arten), wobei neuerdings die Nebenwirkungen der Bodeninsektizide auf die Bodenfauna gesteigerte Aufmerksamkeit erfordern. Der einseitig auf die tierischen Bodenorganismen ausgerichtete mit wichtigen Literaturangaben versehene Aufsatz ist Zusammenfassung eines an anderer Stelle veröffentlichten Vortrags des Verf. auf dem Internationalen Colloquium über Bodenzoologie in Nottingham 1955. Rademacher (Stgt.-Hohenheim).

**Braun, H.:** Die Verschleppung von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen über die Welt. — Arbeitsgem. f. Forschung d. Landes Nordrhein-Westfalen. H. 32, 7–46, Köln 1954.

Es handelt sich um die Niederschrift eines am 6. 5. 1953 in Düsseldorf gehaltenen Vortrages. Eingangs erörtert Verf. die Frage, ob die Auffassung von der ständig wachsenden Zahl der Pflanzenkrankheiten und Schädlinge zu Recht bestehe. Im allgemeinen lehnt Verf. diese Ansicht ab, läßt sie aber speziell bei den Viren in gewissem Umfange gelten. Eine echte zahlenmäßige Zunahme ist — von den Viren abgesehen — nur dadurch möglich, daß Krankheiten oder Schädlinge von Wild- auf Kulturpflanzen übergehen, und daß Schädlinge und Krankheiten in neue, bisher noch nicht von ihnen heimgesuchte Kontinente oder Länder verschleppt werden. Auf den folgenden Seiten bringt Verf. eine Fülle von eindrucksvollen Beispielen derartiger Verschleppungen, wobei er die verschiedenen Verschleppungsmöglichkeiten und Transportmittel (unbelebte und belebte, also z. B. Wind, andere Tiere, den Menschen und seine verschiedenartigen Werkzeuge, Verkehrsmittel, Anbaumethoden usw.) eingehend erörtert. Wie kompliziert mitunter die Zusammenhänge sind, die im Endeffekt zu einer für das betroffene Land neuen Krankheit führen, zeigt Verf. an dem geradezu dramatischen Beispiel des Weymuthskiefer-Blasenrostes. — Dafür, daß Voraussagen über nicht bestehende Einschleppungs- oder Einbürgerungsmöglichkeiten nur mit allergrößter Vorsicht gemacht werden sollten, sind die peinlichen Fehlprognosen hinsichtlich des Kartoffelkäfers und der San-José-Schildlaus eindrucksvolle und warnende Beispiele. Den von Gäumann zu Gunsten der Einschleppung gemachten Einwand, daß das Fehlen eines Krankheitserregers die Möglichkeit der Durchseuchung und damit die Auslese resistenter Pflanzen verhindere, wird vom Verf. im Hinblick auf die von jeder Einschleppung drohenden akuten Gefahren für den Bestand der betreffenden Kulturpflanze abgelehnt. Abschließend werden Maßnahmen der Quarantäne behandelt. An den Vortrag schloß sich eine angeregte Diskussion.

Speyer (Kitzeberg).

**Pactl, J.:** Animals attacking metals. — Entom. Ber. 16, 175–178, 41 Ref., 1956.

Weiches Metall kann von vielen Tieren, Nagetieren, Vögeln, Käferschnecken und vor allem holzbohrenden Insekten zerstört werden, wozu seit Nebel (1697) viele Beispiele bekanntgeworden sind. Außer bei *Chiton*, der submarine Bleikabel chemisch angreift, geschieht dies mechanisch. Sie sind dazu fähig, da die Härte der weichen Metalle auch nicht größer ist als die ihrer normalen Nahrung (z. B. Blei 4, Zinn 5, Kiefernholz 1,3–7,2, Pappelholz 0,8–3,4 kg/mm<sup>2</sup>). Ob durch die Aufnahme von Metall die Insekten wie die Menschen krank werden, ist nicht bekannt. Es kann angenommen werden, da bei Raupen nach Metallaufnahme diarrhoeartiger Kot festgestellt wurde. Der Anlaß für die Metallzerstörung ist ökologisch: Aufsuchen von Ruheplätzen, Herausbohren aus der Puppenwiege, Hunger in der Gefangenschaft, Beseitigung von Hindernissen usw. Eine Zusammenstellung der in der Literatur genannten metallzerstörenden Tiere wird gegeben.

Weidner (Hamburg).

### III. Viruskrankheiten

**Moorhead, E. L.:** Serological studies of viruses infecting the cereal crops. I. A comparison of barley stripe mosaic virus and brome mosaic virus isolates by means of the complement-fixation technique. — *Phytopathology*, **46**, 498–501, 1956.

Es wird über serologische Untersuchungen von vier Isolierungen des Gelbmosaikvirus der Trespe (*Bromus inermis* mosaic virus = BMV) und sieben Isolaten des Streifenmosaikvirus der Gerste („barley stripe mosaic virus“ = BSMV) berichtet. Die zur Immunisierung von Kaninchen verwendeten Antigenlösungen wurden mit Hilfe der Ultrazentrifuge gereinigt und konzentriert und intravenös oder intramuskulär injiziert. Die Technik der Antigen- und Antiserumpräparation wird genau beschrieben. Serologische Differenzierungsversuche mit der Komplementbindungsreaktion zeigten, daß BMV und BSMV verschieden sind. Zwischen den sieben Isolaten des BSMV einerseits und auch zwischen den vier Isolaten des BMV andererseits konnten dagegen keine Artunterschiede festgestellt werden.

Gehring (Braunschweig).

**Benda, G. T. A.:** The Effect of New Zealand Spinach Juice on the Infection of Cowpeas by Tobacco Ringspot Virus. — *Virology*, **2**, 438–454, 1956.

Es wurde die Wirkung des Saftes von Neuseeländer Spinat (*Tetragonia expansa* Murr.) oder von Fraktionen davon auf die zahlenmäßige Ausbildung von Lokalläsionen durch das Tabak-Ringspot-Virus (*Annulus tabaci* var. *virginiensis*) auf *Vigna sinensis* untersucht. Das Tabak-Ringspot-Virus wurde entweder als frisch bereiteter Preßsaft von systemisch infizierten Tabakblättern oder in gereinigter Form verwendet. Bei jeder Untersuchung wurden 20 Primärblätter von *Vigna sinensis* mit der Test-Lösung und 20 gegenüberliegende Blätter mit einer Kontrolllösung durch Abreibung infiziert. Jede Impflösung setzte sich 1 : 1 aus dem virushaltigen Teil und der zu prüfenden Lösung zusammen. In der Kontrolllösung war der virushaltige Anteil 1 : 1 mit dest. Wasser verdünnt. 4–6 Tage nach der Infektion wurden die Lokalläsionen ausgezählt. Die Zugabe von *Tetragonia*-Saft zur Virusimpflösung verzögerte die Bildung von Primärläsionen, dagegen ließ die Zugabe von erhitztem *Tetragonia*-Saft die Gesamtzahl der Läsionen ansteigen, ohne auf ihr Erscheinen hemmend zu wirken. Dialysierter *Tetragonia*-Saft unterdrückte die Ausbildung von Läsionen. Weitere Versuche führten zu der Annahme, daß im *Tetragonia*-Saft sowohl ein die Symptomausbildung hemmender als auch fördernder Faktor vorhanden ist. Der Hemmstoff wird durch Erhitzen zerstört, während der fördernde Faktor durch Dialyse seine Wirkung verliert. Der Hemmstoff konnte nur teilweise gereinigt werden, während der fördernde Stoff als ein lösliches Salz der Oxalsäure erkannt wurde. Die Wirkungsweise beider Faktoren wird diskutiert. Durch den Hemmstoff werden offenbar die Zellen in einen Zustand versetzt, der für die Virusvermehrung und Viruswanderung ungeeignet ist. Die Wirkungsweise des fördernden Faktors kann man sich auf Grund des allgemeinen physiologischen Verhaltens bivalenter und monovalenter Kationen gegenüber Plasmakolloiden folgendermaßen erklären: Abnehmende Plasmaviskosität erlaubt ein leichtes Eindringen des Virus in die Zelle, eine gehemmte Oberflächenaktivität der Plasmagrenzflächen begünstigt eine bessere Durchmischung von Impfsaft und Protoplasma und eine erhöhte Permeabilität der verwundeten Zellmembranen erlaubt ebenfalls ein besseres Eindringen der Viruspartikel in die Zelle.

Gehring (Braunschweig).

**Commoner, B. & Basler, E. jr.:** Variations in the Nucleic Acid composition of Tobacco Mosaic Virus. — *Virology*, **2**, 477–495, 1956.

Von einem Tabakmosaikvirus (TMV)-Stamm wurden 55 hoch gereinigte Präparationen hergestellt und auf ihren Gesamtnucleinsäuregehalt und ihre molaren Anteile der einzelnen N-Basen untersucht. Es zeigte sich dabei ziemlich deutlich, daß die Anteile der beiden Stoffgruppen in den verschiedenen Präparationen unterschiedlich waren. Veränderungen im Anteil der N-Basen sind nicht zufällig, sondern scheinen durch die wechselseitigen Verhältnisse zwischen Purine und Pyrimidine bestimmt zu werden. Aus der Literatur bekannte Werte über die N-Basenzusammensetzung der TMV-Nucleinsäure sind deutlich verschieden und folgen diesen gleichen Purin-Pyrimidin-Verhältnissen. Vorausgesetzt, daß alle Präparationen des gewöhnlichen TMV-Stammes Nucleinsäure von konstanter Zusammensetzung besitzen, müßte man für alle bisher angewendeten analytischen Untersuchungsmethoden eine unbekannte Fehlerquelle annehmen, die im

Basenanteil 10–30% Schwankungen ergab. Die einzige Erklärung hierfür, die auch durch die statistische Analyse der verschiedenen Befunde gestützt wird, ist die, daß der Nucleinsäuregehalt und die Anteile der N-Basen des gewöhnlichen TMV-Stammes ziemlich veränderlich sind und daß diese Veränderung durch die Länge der Infektionsperiode und durch den physiologischen Charakter des Wirtspflanzenorgans beeinflusst wird. Nach dieser Ansicht sind Viruspräparationen ungleichartige Anhäufungen von im allgemeinen ähnlichen Partikeln, welche sich in ihrer Nucleinsäurezusammensetzung ziemlich unterscheiden. Angaben über analytische Werte von Viruspräparationen sind also als Mittelwerte anzusehen und stellen nicht die für die betreffenden Partikel absolut charakteristische Zusammensetzung dar. Die Frage, ob nur ein Teil der Virusnucleinsäure biologisch aktiv ist und diese Fraktion von veränderlichem, inaktivem Material begleitet ist, oder ob die tatsächlich biologisch aktive Nucleinsäure innerhalb bestimmter Grenzen in ihrer Zusammensetzung schwankt, sollen weitere Versuche klären. Gehring (Braunschweig).

**Schulze, E.:** Die Rolle der Pflanzenbautechnik beim Vergilben der Zuckerrübe und seine Abwehr (2. Fortsetzung). Zucker 9, 202–209, 1956.

Verf. untersucht in seinem Beitrag die Auswirkungen verschiedener Standweiten auf den Ertrag der Zuckerrüben im Rheinland. Nach einem Versuch in Poppelsdorf und nach Erhebungen in rheinischen Praktikerbetrieben wird festgestellt, daß eine Verringerung des Pflanzenbestandes unter 65–70 000 Rüben/ha immer nicht optimale Erträge bringt. Der Verlust wird um so größer, je niedriger die Zahl der Rüben/ha wird. Die viröse Rübenvergilbung schädigte die Bestände — übereinstimmend mit den Erfahrungen anderer Autoren — um so mehr, je lichter der Pflanzenbestand wurde, bleibt aber in der Höhe des Gesamtschadens hinter den Schäden durch zu geringe Pflanzenzahl zurück. Die reinen Weitstandschäden werden im Mittel der Jahre 1953/54 in Praktikerbetrieben mit 26% des Zuckerertrages, die durch Vergilbung mit 4–9,5% Zuckerverlust je nach Standraum ermittelt. Letztere schwanken — ebenfalls in Übereinstimmung mit anderen Autoren — zwischen 0 und 42% des Zuckerertrages. Die überraschend hohen Standraumschäden in den Proben aus Praktikerfeldern werden damit erklärt, daß die Höhe der Pflanzenzahl je Hektar ein gutes Merkmal für die Sorgfalt des Betriebes in der Beachtung aller ackerbaulich wichtigen Maßnahmen des Rübenbaus darstellt. Betriebe mit geringer Bestandesdichte machen auch im Hinblick auf Saatzeit, Bodenbearbeitung, Düngung, Fruchtfolge usw. meist grobe Fehler, so daß die Schäden als ein komplexer Faktor aufgefaßt werden müssen. Abschließend stellt Verf. noch einmal alle Gründe zusammen, die im Hinblick auf optimale Zuckererträge für eine hohe Bestandesdichte sprechen. Steudel (Elsdorf/Rhld.).

**Steudel, W. & Blaesen, P.:** Über das Auftreten der Vergilbungskrankheit an *Beta*-Rüben im Jahre 1955. — Gesunde Pflanzen, H. 5, 1956.

Es wird kurz über Gemeinschaftsuntersuchungen des Deutschen Pflanzenschutzdienstes über die virusübertragenden Blattläuse im Rübenbau berichtet. Der Hauptüberträger des Vergilbungsvirus, *Myzodes persicae* trat an Rüben nur in Nordrhein-Westfalen in größerer Zahl auf, während er in den übrigen Bundesgebieten nur in ganz geringem Ausmaß an Rüben beobachtet werden konnte. Die hierfür maßgebenden Gründe sind noch nicht restlos geklärt. Auch die Vergilbungskrankheit selbst wurde nur in Teilen Nordrhein-Westfalens in epidemischer Form festgestellt. Die Bestimmung der Schäden erfolgte in Feldversuchen, durch Rodung von Befallsnestern und durch Entnahme von vergilbten Rüben aller Symptomenstufen aus Praktikerfeldern. Die Resultate der Erhebungen bestätigen frühere Erfahrungen, nach denen besonders bei schwererem Befall mit einer nachhaltigen Verminderung der Krankheitsschäden durch Anwendung von Blattlausbekämpfungsmittel zu rechnen ist. Steudel (Elsdorf/Rhld.).

**Quantz, L.:** Eine für Deutschland neue Viruskrankheit der Gartenbohne durch ein Tabaknekrose-Virus. — Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 8, 7–8, 1956.

Die aus den Niederlanden bekannte „Stippelstreep“-Krankheit der Bohne (*Phaseolus vulgaris*) ist im Spätsommer 1955 bei Frankfurt a. M. an Stangenbohnen der Sorte „Mombacher Speck“ festgestellt worden. Die Symptome bestehen in Adernrötung, Bräunung und Welken der Blätter, rötlichbrauner Streifung an Stengeln, Blattstielen und Hülsen, Auftreten unregelmäßiger, schwach eingesunkener, teilweise band- bis ringähnlicher, violett- bis rötlichbrauner Flecken auf



den Hülsen, Schrumpfen junger Hülsen, in schweren Fällen Absterben ganzer Pflanzen. In den Niederlanden tritt die Krankheit besonders auf wasserreichen Böden mit intensivem Bohnenanbau auf. Das Virus dringt vom Boden her in die Pflanze ein und wird dann auch durch Berührung, besonders bei Regen und Wind, von Pflanze zu Pflanze übertragen. Blattlaus- oder Samenübertragung erfolgt nicht. Das Stippelstrep-Virus scheint ein besonderer Stamm des Tabaknekrose-Virus zu sein. Durch andere Formen des letzteren Virus hat man bisher Stippelstrep nicht erzeugen können. Die Bodenverseuchung bedingt zur Verhütung weiten Fruchtwechsel. Halbstündiges Erhitzen des verseuchten Bodens auf 100° C in strömendem Dampf inaktiviert das Virus. Einige Busch- und Stangenbohnsensorten sind ihm gegenüber tolerant oder wenig anfällig. Völlig resistent sind Prunkbohnen (*Phaseolus coccineus*).  
Bremer (Neuß).

## IV. Pflanzen als Schaderreger

### B. Pilze

**Chesters, C. G. C. & Thornton, R. H.:** A comparison of techniques for isolating soil fungi. — Trans. Brit. mycol. Soc. **39**, 301–313, 1956.

Die in den letzten Jahren von den Autoren entwickelten Methoden zur Isolierung aktiver Stadien von Bodenpilzen werden mit Verfahren von Waksman (1916) und Warcup (1950), sowie der üblichen Verdünnungs-Plattentechnik verglichen. Eine modifizierte Rossi-Cholodny-Technik, die eine Abimpfung der Mycelien ermöglicht, wird beschrieben. Einzelheiten dieser sehr nützlichen Arbeit müssen im Original nachgelesen werden.  
Domsch (Kitzeberg).

**Millerd, A. & Scott, K.:** Host pathogen relations in powdery mildew of barley. II. Changes in respiratory pattern. — Aust. J. Biol. Sci. **9**, 37–44, 1956.

Verf. nehmen sich einiger Fragen an, die von P. J. Allen (Phytopathology **43**, 1953) im Zusammenhang mit dem Atmungsstoffwechsel infizierter Blattgewebe aufgeworfen wurden; sie liefern jedoch zur Kausalanalyse der pathologischen Atmungssteigerung experimentell keine neuen Beiträge. Von Interesse ist die Gegenüberstellung früherer histologischer Befunde (cf. Z. f. Pflanzenkrankh. **62**, 642, 1955) mit den physiologischen Daten.  
Domsch (Kitzeberg).

### D. Unkräuter

**Schicke, P.:** Untersuchungen über die Wirkung von Netz- und Haftmitteln auf die fungizide Wirksamkeit von „Dithane“. — Nachr. Dtsch. Pfl. (Braunschweig) **8**, 136–140, 1956.

Durch Zusatz von Haft- und Netzmitteln wurde die fungizide Wirkung von „Dithane“ gegen *Phytophthora infestans* (Tomate als Testpflanze) nicht verändert. Im Freiland beobachteter Wirkungsabfall durch Zusatz eines Harzseifenpräparates bei Versuchen gegen *Puccinia asparagi* konnte mit Hilfe der Probitanalyse erklärt werden. Zusatz reiner Netzmittel scheint nur dort angebracht, wo bessere Benetzung einen in Frage kommenden Wirkungsabfall ausgleichen kann.  
Orth (Neuß-Lauenburg).

**Vaartaja, O.:** Screening fungicides for controlling damping-off of tree seedlings. — Phytopathology **46**, 387–390, 1956.

Mit Hilfe einer Agar-Petrischalen-Methode, die die Bestimmung fungizider und phytotoxischer Grenzwerte in einem Arbeitsgang ermöglicht, wurden 109 Präparate gegen *Rhizoctonia solani* und *Pythium debaryanum* geprüft. In der Empfindlichkeit sowohl des zu schützenden Organismus (keimende Samen von *Pinus banksiana* und *Betula verrucosa*) als auch der Testpilze gegenüber den Fungiciden traten z. T. beträchtliche Unterschiede auf. Als erfolgversprechend erwiesen sich TMTD, Captan und Rimocidin, ein von *Streptomyces rimosus* gebildetes Antibioticum.  
Domsch (Kitzeberg).

**Davis, D. & Dimond, A. E.:** Site of disease resistance induced by plant-growth regulators in tomato. — Phytopathology **46**, 551–552, 1956.

Es besteht eine Diskussion darüber, ob die Faktoren, welche die Widerstandsfähigkeit gegen Welke durch *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* bedingen, bei der Tomate in der Wurzel oder im Sproß oder in beiden vorhanden sind. Da Verff.

früher gefunden hatten, daß man anfälligen Tomatenpflanzen durch Behandlung mit schwachen Lösungen von Pflanzenwachstumsstoffen Resistenz verleihen kann, wurde jetzt die Lokalisierung dieser induzierten Resistenz untersucht. Der Sproß von jungen Tomatenpflanzen wurde in schwache Lösungen von 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure,  $\alpha$ -Naphthylessigsäure oder 3-Indoleessigsäure getaucht, wobei die Pflanzen in 4 Gruppen zu verschiedenen Zeiten entwurzelt und infiziert wurden derart, daß vor bzw. nach der Infektion Wurzeln vorhanden waren bzw. nicht. In allen Fällen traten die Krankheitssymptome abgeschwächt ein. Eine spezielle Lokalisierung der Resistenz war also nicht nachweisbar. Bremer (Neuß).

**Engelmann, C.:** Eine Methode zur Beurteilung brennfleckenkranker Erbsen im Laboratorium. — Z. ldw. Versuchs- und Untersuchungswesen **1**, 426–431, 1955.

Erbsensamen werden im Sandkeimbett zum Keimen angesetzt. Am 6. Tag sind die brennfleckenkranken, d. h. von *Ascochyta* spp. befallenen, an kurzrasigem, weißem Myzel zu erkennen, das oft nur begrenzte Teile der Samenoberfläche überzieht und schwarze Punkte (Pykniden) einschließt. Von *Fusarium* befallene Erbsen weisen zu diesem Zeitpunkt höheres Luftmyzel auf. Im Innern halbiert Erbsensamen unterscheiden sich die Brennflecken von anderen durch scharfe, dunklere Begrenzung. Bei späterer Beurteilung ist die Diagnose nicht mehr so sicher zu stellen. Bremer (Neuß).

## V. Tiere als Schaderreger

### B. Nematoden

**Fenwick, D. W.:** The hatching of cyst-forming nematodes. — Rep. Rothamsted Exp. Sta. 1955, 202–209, 1956.

Die Ergebnisse von Arbeiten der Nematologischen Abteilung in der Landwirtschaftlichen Versuchsstation Rothamsted (England) über das Problem des Larvenschlüpfens bei den zystenbildenden Nematoden der Gattung *Heterodera* werden zusammenfassend dargelegt. Die methodischen Arbeiten hatten neben der technischen Erleichterung der Untersuchung vor allem die Ausschaltung der Fehler zum Ziel, die durch Veränderlichkeit im Ei-gehalt der *Heterodera*-Zysten und im Wirkstoffgehalt der Reizstoffe (Wurzeldiffusate) entstehen. Es wird darauf aufmerksam gemacht, daß die Ergebnisse an normalen Zysten gewonnen worden sind und sich nicht ohne weiteres auf Zysten übertragen lassen, die mit Nematoziden behandelt worden sind. Die Produktion eines Reizstoffes für das Schlüpfen der Larven von *H. rostochiensis* durch Kartoffelwurzeln ist mehr von der Intensität des Wachstums als von der Größe der Wurzeln abhängig. Auch *Solanum andigenum*, *S. demissum* und *S. nigrum* produzieren aktive Wurzeldiffusate. Das Schlüpfen der Larven von *H. cruciferae* wird durch Wurzeldiffusate von Rosenkohl, Kohlrüben, Raps und Senf aktiviert. Dagegen konnten *H. maior*-Larven zum Schlüpfen reizende Wurzeldiffusate nicht gefunden werden. Einweichen der Zysten von *H. rostochiensis* während 7–12 Tagen vor der Aktivierung beschleunigt das Schlüpfen. 25° C ist Optimaltemperatur dafür; bei 30° C wird das Schlüpfen gehemmt. Direktes Sonnenlicht hemmt ebenfalls. Nicht beeinflusst wird das Schlüpfen durch das Verhältnis zwischen Volumen der aktivierenden Flüssigkeit und der Zahl der Zysten innerhalb weiter Grenzen und durch die Wasserstoffionenkonzentration innerhalb pH 3,2–8,1. Kleinere Zysten lassen sich leichter zum Schlüpfen reizen als größere. In Wasser schlüpfen Larven von *H. cruciferae*, *H. trifolii* und *H. schachtii* gewöhnlich stark, *H. rostochiensis* schwach, *H. göttingiana* und *H. maior* normalerweise nicht. Das Schlüpfen der Larven von *H. maior* hängt von Temperaturerhöhung und Feuchtigkeit (>87% rel. F.) ab. Bei *H. rostochiensis* wurden Schwankungen in der Reaktion auf Wurzeldiffusate verschiedener Kartoffelsorten und von verschiedenen Nematodenherkünften auf das gleiche Diffusat beobachtet. Nach Juli nimmt das Schlüpfen der *H. maior*-Larven deutlich ab. Im natürlichen Boden verlieren Wurzeldiffusate rasch ihre aktivierende Wirkung, am langsamsten in Torf, offenbar durch mikrobielle Zersetzung. Die praktische Anwendung der Schlüpfaktivierung durch Wurzeldiffusate erscheint infolgedessen wenig aussichtsreich. Der aktivierende Faktor des Kartoffelwurzel-Diffusates ist eine saure Flüssigkeit von niedrigem Molekulargewicht mit einer Summenformel von annähernd  $C_{10}H_{26}O_8$ , stabil bei pH 2–7, unstabil bei pH 8 und mehr. Gewinnung eines festen Körpers und nähere Aufklärung der Struktur sind noch nicht gelungen. Bremer (Neuß).

### C. Schnecken

**Frömming, E.:** Schnecken als Schädlinge an *Levisticum officinale* Koch. — Pharm. Ztg. 101, 214, 1956.

Verf. stellte Fraßversuche mit 7 Gehäuse- und 6 Nacktschneckenarten an, die zeigten, daß die Liebstöckelblätter allgemein befressen wurden, die Blattstiele allerdings nur ungerne. Hiermit wird bewiesen, daß auch bei *Levisticum officinale* der Gehalt an ätherischem Öl die Pflanze nicht vor Schneckenfraß schützt.

Plate (Berlin).

**Frömming, E.:** Unsere Weinbergschnecke als Schädling in den Tabakpflanzungen. — Anz. f. Schädlingsk. 29, 73–74, 1956.

Verf. berichtet, daß im Jahre 1955 ausgedehnte Tabakbestände in Baden, vor allem im Raum Bammental-Wiesenbach, durch *Helix pomatia* L. sehr geschädigt worden sind. Es fiel auf, daß zuerst die „Sandblätter“ abgefressen waren, so daß nur noch die mehr oder minder vertrockneten Mittelrippen übrig blieben. Zur Bildung des „Hauptgutes“ kam es bei den an den Feldrändern stehenden Pflanzen meist nicht mehr, während es bei den folgenden Reihen immerhin stark zerfressen war. Die Frage, weshalb Tabakblätter so gern angenommen werden, muß noch offen bleiben, doch vermutet Verf., daß ihr Mineralreichtum von Bedeutung sein könnte.

Plate (Berlin).

**Frömming, E.:** Schnecken als Schädlinge im Arzneipflanzengarten. — Pharm. Ztg. 101, 21–22, 1956.

In einem Berliner Arzneipflanzengarten wurden *Deroceras reticulatum* Müll. und — weniger häufig — die Gehäuseschnecke *Oxychilus draparnaldi* Beck beobachtet. Es entstanden erhebliche Schäden an zahlreichen Pflanzen vor allem durch die erste Art, die in Tabelle 1 näher erläutert werden, während Tabelle 2 diejenigen Pflanzen aufführt, die ungeschädigt blieben und wie „grüne Inseln“ aus dem Garten ragten. Zur biologischen Bekämpfung der Schneckenplage wurde das Aussetzen von Erdkröten bzw. eines Igels empfohlen, zumal das Grundstück gut umhegt war.

Plate (Berlin).

### D. Insekten und andere Gliedertiere

**Briggs, J. B.:** Notes on the biology and identification of some allies of the winter moth (*Operophtera brumata* [L.]). — East Malling Res. Sta., Ann. Rep. 1955, 141–145, 1956.

Angaben über Morphologie und Biologie einiger Schmetterlingsarten werden gemacht, die mit dem Frostspanner den Flug in der kalten Jahreszeit, die Stummelflügeligkeit der Weibchen und das Vorkommen an Obstbäumen gemeinsam haben. Es handelt sich um die Spanner *Operophtera fagata* (Scharf.), *Alsophila aescularia* (Schiff.), *Erannis leucophaearia* (Schiff.), *E. progemmaria* (Hb.), *E. aurantiaria* (Esper), *E. defoliaria* (Clerck), *Apocheima hispidaria* (Schiff.), *Phigalia pilosaria* (Schiff.) und *Theria rupicaprararia* (Schiff.). Merkmale der Eier sind tabellarisch zusammengefaßt, Eier von 6 Arten photographisch in 35facher Vergrößerung wiedergegeben. Bestimmungsschlüssel für die Weibchen und erwachsenen Raupen sind angefügt.

Bremer (Neuß).

**Weiser, J. & Veber, J.:** Die Mikrosporidie *Thelohania hyphantriae* Weiser des weißen Bärenspinners und anderer Mitglieder seiner Biocönose. — Zeitschr. angew. Entom. 40, 55–70, 1957.

Diese Arbeit ist in doppelter Hinsicht interessant und wertvoll, einmal weil hier erstmalig ein anscheinend erfolgreicher Weg zur biologischen Bekämpfung des Weißen Bärenspinners aufgezeigt wird und dann weil, ebenfalls fast erstmalig, der Entwicklungsgang einer für Schadinsekten pathogenen Mikrosporidie mit allen Stadien der Schizogonie und der Sporogonie lückenlos aufgezeigt wird. *Thelohania hyphantriae* hat nach Ansicht der Verf. erst nach dem Eindringen von *Hyphantria cunea* Drury in Europa Zugang zu diesem gefunden. Er befällt den Fettkörper des Wirts. Die Infektion erfolgt mit der Nahrungsaufnahme über den Darmkanal. In diesem wandern die Planonten aus den Sporen aus, durchsetzen die Darmwand und werden mit der Haemolympe weitergespült. Im Fettkörper wachsen sie zu den  $2,4 \times 4 \mu$  großen, zuerst 1–2kernigen Schizonten der ersten Generation und dann zu bandartigen Schizonten mit 6–8 Kernen heran. Vor der Teilung in Merozoite



finden sich Teile des Schizonten mit Zwillingskernen, die durch Teilung der Bänder zu zweikernigen Merozoiten werden. Die beiden Kerne liegen schließlich wie die Hälften einer Kaffeebohne dicht nebeneinander. Dann schwillt dieses Dikaryon an, und es kommt zur Bildung eines einzigen Kerns mit lockerem Chromatinband, der sich, wie bildlich durch Zeichnungen belegt wird, mitotisch teilt. Das 2kernige Stadium führt schließlich zu  $3-4 \times 4-6 \mu$  großen sporigen Pansporoblasten. Bei der Reife sind die Sporen oval und beiderseits breit gerundet bei  $4-5 \mu$  Länge und  $2 \mu$  Dicke. Sie führen zwei hintereinander liegende Kerne. Der Polfaden konnte als dünner, die Vakuole durchquerender Faden sichtbar gemacht, aber nicht zum Ausschleudern gebracht werden. Echte Macrosporen fehlen, doch kommt es nicht selten zu großen, d. h.  $7 \times 5 \mu$  messenden, nicht keimfähigen pathologischen Produkten der Sporogonie. Zuweilen treten auch dreieckige Gebilde auf, die die Verff. als zusammengewachsene Sporen auffassen. Befallene Raupen produzieren am zweiten Tag der Infektion wäßrigen Kot und brechen Magensaft aus. Der Kot enthält dann zahlreiche leere Sporen. Junge Raupen erkranken in der Folge unter Septikaemie, die die Verff. auf Eindringen der normalen Bakterienfauna des Raupendarmes durch dessen von den Planonten erzeugte Wunden in die Körperhöhle zurückführen. Ältere Raupen erkranken erst sichtbar am 11. Tage nach der Infektion. Sie wachsen nur langsam, häuten verspätet, verfärben sich weißlich und liefern nur in Ausnahmefällen fortpflanzungsfähige Falter. Meist sterben sie vor der Verpuppung unter Eintrocknen ab. In einer größeren Zahl von Freilandversuchen, bei denen die Raupen oder auch schon die Eigelege und das umgebende Blattwerk mit Sporenaufschwemmungen bespritzt wurden, gelang den Verff. die Infektion eindeutig. Die Sporen überwintern in der Puppe; alsdann bleiben sie länger als 190 Tage virulent. *Th. hyphantriae* konnte aber auch in Raupen überwintert werden und dann durch nachträgliches Einbringen auf 3 Monate in den Kühlschrank 240 Tage als Spore virulent gehalten werden. Den Darm der karnivoren Silphide *Hylo Drepa quadripunctata* L. passieren die Sporen, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren. Als weitere Wirte dieser Mikrosporidie wurden *Hyponomeuta malinella*, *Nygmia phaeorrhoea* und *Malacosoma neustria* festgestellt, während *Lymantria dispar*, *Bombyx mori*, *Eriogaster lanestris*, *Aporia crataegi* und *Stilpnotia salicis* nicht erfolgreich infiziert werden konnten. Da die Infektion im übrigen bei Einsatz genügend starker Dosen absolut tödlich verläuft, halten die Verff. diese Mikrosporidie zur direkten Bekämpfung von *H. cunea*, *N. phaeorrhoea* an *Malacosoma neustria* für geeignet. Blunck (Bonn).

Burmah-Shell Oil Storage and Distribution Company of India Limited, Bombay: Evaluation of the control of rice stem borer (*Schoenobius incertulas*) with endrin on rice in Madras states. — Shell Agric. Bull. ADB: 439/Fc 18, 36 S., 7 Abb., 9 Tab., o. J. (?1956).

In Indien sind rund 30 Mill. ha mit Reis angebaut, die einen Ertrag von etwa 25 Mill. to bringen. Der Hauptschädling, besonders in den Südstaaten Andhra und Madras, ist *Schoenobius bipunctifer* Walk. (= *incertellus* Walk. nicht *incertulas*, wie in der Arbeit immer geschrieben wird). Für seine Bekämpfung gab es bisher noch keine befriedigende Methode. Da man in anderen Ländern mit Endrin gute Erfolge erzielt hatte, wurden auf 9,2 ha (in 7 Blocks an 78 verschiedenen Plätzen zwischen großen unbehandelten Reisgebieten) Bekämpfungsversuche mit Shell 19,5% Endrin (emulgierbarem Konzentrat) während der ganzen Vegetationsperiode angestellt. Aus dem Vergleich der Ernten der behandelten und unbehandelten Flächen ergab sich, daß Endrin in einer Dosierung von 146–213 g/ha, zweimal auf die Pflanzbeete und einmal auf die Saatbeete gespritzt, eine genügende Abtötung dieser Pyralide bewirkte. Sollen auch die anderen Reisschädlinge, insbesondere *Nephotettix bipunctatus* F. (*Jassidae*) mitbekämpft werden, ist eine Dosierung von 624 g/ha nötig. Gegen die Pilze *Piricularia oryzae* und *Helminthosporium oryzae* bewährte sich Shell Kupfer-Fungizid, das dem Endrin beigemischt wurde, in einer Dosierung von 2–3 kg/ha. Das zeitliche Zusammenfallen von Reiskultur, Schädlingsauftreten und Bekämpfungsmaßnahmen wird graphisch dargestellt. Im Anhang II wird noch kurz auf Lebensweise und Art des Schadens der im Versuchsgebiet auftretenden Schädlinge (*Sch. bipunctifer* Walk., *Nymphyla depuntalis* Guen., *Cnaphalocrocis medinalis* Guen. und *N. bipunctatus* F.) eingegangen. Weidner (Hamburg).

Russ, K.: Über das Auftreten des Schattenwicklers an Apfelveredelungen. — Der Pflanzenarzt Wien 9, p. 95, 1956.

In einer Baumschule des oststeirischen Obstbaugesbietes waren starke Beschädigungen durch die Raupen von *Cnephasia virgaureana* L. an einjährigen Apfel-

veredelungen zu verzeichnen. Es wird vermutet, daß in anderen Baumschulen aufgetretene Schäden auf die gleiche Ursache zurückzuführen sind.

Schaerffenberg (Graz).

**Böhm, O.:** Spinnmilben an Azaleen. — Der Pflanzenarzt Wien **9**, 78–80, 1956.

An Azaleen war bisher nur *Tetranychus althaeae* v. Hamst. = *T. urticae* Koch bekannt geworden. Verf. konnte an diesen jetzt die viel kleinere (Weibchen 0,28, Männchen 0,26 mm) *Brevipalpus inornatus* (Banks) nachweisen, die in Europa bisher nur in einem einzigen Fall, und zwar an aus Italien stammenden Zitronen gefunden wurde, in USA. aber zu den bekannten schädlichen Spinnmilben zählt und an Azaleen und vielen anderen Kultur- und Wildpflanzen vorkommt. Es handelt sich hier um eine wärmeliebende Art. Die Jugendentwicklung ist im günstigsten Falle bei 30° C in 10,3, bei 20° C erst in 26,6 Tagen im Mittel beendet. Bei 15° C schlüpfen keine Larven mehr aus dem Ei. Männchen sind selten. Parthenogenese durch viele Generationen bildet die Regel. Die Eireife dauert je nach der Temperatur 1 1/2–7 Tage.

Schaerffenberg (Graz).

## E. Höhere Tiere

**Schreier, O.:** Die gegenwärtige Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung der Bisamratte (*Fiber zibethicus* L.) in Österreich. — Pflanzenschutzberichte Wien **16**, 97–121, 1956.

*Fiber zibethicus* L. ist in allen österreichischen Bundesländern vertreten, kommt aber häufiger nur gebietsweise in Niederösterreich, Oberösterreich, im Burgenland und in der Steiermark vor. Die Populationsbewegung ist seit Jahrzehnten rückläufig. Schädlich wird *Fiber zibethicus* hauptsächlich durch Wühltätigkeit. Eine Intensivierung der Bekämpfung ist nicht notwendig. Jäger und Fänger sind insofern, die Vermehrung des Nagers in Grenzen zu halten. Der Befall in den Anrainerstaaten ist allem Anschein nach stärker als im österreichischen Bundesgebiet selbst.

Schaerffenberg (Graz).

**Gaudschau, M. D.:** Wühlmausbekämpfung mit Auspuffgasen von Benzinmotoren. — Anz. Schädlingk. **29**, 70–73, 1956.

Wühlmausbekämpfung durch Gaspatronen ist schwierig, weil die Tiere sich gegen das eindringende, Nasen- und Augenschleimhaut reizende Gas verklüften und so nicht von ihm erreicht werden. An einer Versuchsreihe von 34 Wühlmausbauten wurde die Begasung mit Auspuffgasen von Benzinmotoren versucht. Die Auspuffgase wurden bei Leerlauf des Motors 5 Minuten lang durch einen Schlauch so in einen Wühlmausgang eingeleitet, daß das gesamte Gangsystem von einer Stelle aus begast wurde. Im ebenen und leicht geneigten Gelände dringen die Auspuffgase auch bei großen Gangsystemen bis in die entlegensten Teile vor. In steilen Hanglagen erreichte unten eingeblasenes Gas nicht die höchsten Enden. Da die Reizwirkung der Auspuffgase sehr gering ist, versuchten die Tiere nicht, sich dagegen zu verklüften. Die gleiche Methode bewährte sich auch gegen Feldmäuse. Mit Auspuffgasen von Dieselmotoren war kein Erfolg zu erzielen. Der Dieselmotor arbeitet von Leerlauf bis Vollast mit Luftüberschuß. Die Abgase enthalten deshalb nur Spuren von unverbranntem Kraftstoff, während der Benzinmotor bei Leerlauf und kleinen Drehzahlen mit Luftmangel und überfettetem Gemisch arbeitet, so daß seine Abgase dann besonders viel unverbrannte Bestandteile und damit auch relativ viel von dem hochgiftigen Kohlenmonoxyd enthalten.

Erna Mohr (Hamburg).

**Pollich, W.:** Erfahrungen mit dem Wildverbißschutzmittel RVS. — Allg. Forstzeitschr., **10**, 387, 1955.

**Pirsch, G.:** Wildverbißschutzmittel RVS in der Praxis. — Ebenda, 452–453.

**Leonhart, H.:** Eine weitere kritische Stellungnahme zum Wildverbißschutzmittel RVS. — Ebenda, 453.

**Rupf, H.:** Erfahrungen mit tücheartigen Wildverbißschutzmitteln. — Ebenda, 504–506.

**Wild, H.;** „vLE“: Weitere Zuschriften zum Wildverbißschutzmittel RVS. — Ebenda, 506–507.

Eine Zusammenstellung von Erfahrungsberichten aus der Praxis über das von der Forstschutzstelle Südwest (damals Ringingen/Württ., jetzt Wittental b. Freiburg/Brsgr.) entwickelte Wildverbiß-Schutzmittel RVS. Während das Wild



auf solche Präparate, die auf Geschmacks- oder Geruchsbasis aufgebaut sind, über kurz oder lang schlechter anspricht, soll die im wesentlichen mechanische Wirkung des streichbaren RVS beständig sein. Es wird die Ansicht ausgesprochen, daß eine Anwendung von RVS den Winterverbiß durch Reh- und Rotwild so gut wie restlos ausschalten kann. Unsachgemäße Handhabung (zu sparsamer Anstrich oder Ausbringen bei bzw. unmittelbar vor Regen) kann allerdings zu Fehlschlägen führen. Hinsichtlich der Wirkung des Präparates auf die Pflanzen selbst sind die Berichte nicht einheitlich: in manchen wird es als absolut unschädlich bezeichnet, zuweilen sind jedoch an empfindlichen Holzarten (wenn auch vielleicht unter besonders ungünstigen Voraussetzungen) Schäden in Gestalt von Wuchshemmungen oder von Einschnürungen und Vertrocknungen der bestrichenen Endtriebe aufgetreten. Auch über die günstigste Applikationstechnik (mit der Hand, mit Bürsten oder Rollen) ist man verschiedener Meinung. Thalenhorst (Göttingen).

**Schindler, U.:** Eine neue wirksame Methode zur Bekämpfung der Erdmaus (*Microtus agrestis* L.). — Allg. Forstzeitschr., 10, 384–387, 1955.

Eingangs wird zusammenfassend die Bedeutung des durch *Microtus agrestis* L. in der Forstwirtschaft angerichteten Schadens dargestellt und werden die bisherigen Erfahrungen über die Möglichkeiten einer Bekämpfung des Schädlings gesichtet (s. Ref. Schindler in Bd. 62, S. 485, 1955, ds. Ztschr.). In eigenen Versuchen wurde ein neuer Weg mit der Anwendung gewisser Insektizide in stark überhöhter Dosis beschritten. Es bewährten sich Toxaphen (6 kg/ha Emulsion) und Endrin (1,7 kg/ha Emulsion) in 400, notfalls (auf sehr stark verwilderten oder vergrasten Flächen) 600 l Wasser (Flächenbegiftung). Reine Giftkosten: rund 42 DM/ha mit beiden Präparaten. (Anwendung der Mittel als Staub ist zwar — bei entsprechender Überdosierung — ebenfalls erfolgreich, aber wesentlich teurer.) Die Wirkung war, unabhängig vom Wetter, schlagartig. Empfehlungen für die Praxis: Jeder Bekämpfungsaktion muß eine sorgfältige Erhebung über die Höhe des Mäusebesatzes vorausgehen; im Frühjahr muß auch ein etwa bevorstehender rascher Zusammenbruch der Kalamität aus natürlichen Ursachen in Betracht gezogen werden. Gegebenenfalls am besten prophylaktische Begiftung der gefährdeten Flächen im Herbst: die Vermehrungstätigkeit der Mäuse ist dann abgeschlossen, der Hauptfraß an Forstpflanzen hat noch nicht begonnen, die für die Bekämpfung hinderliche Schneedecke fehlt, unerwünschte Nebenwirkungen auf die Insektenwelt sind zu dieser Zeit kaum zu befürchten. Frühjahrbehandlung nur im Notfall. Da über die Verträglichkeit der Mittel für andere Warmblüter (Wild, Vieh, Hunde) noch kein abschließendes Urteil vorliegt, sollten Bekämpfungsmaßnahmen vorläufig nur auf gegatterten oder abgelegenen Flächen durchgeführt werden. — In weiteren Untersuchungen soll geprüft werden, ob die Dosis noch erniedrigt werden kann, und ob noch andere chlorierte Kohlenwasserstoffe zur Erdmausbekämpfung brauchbar sind. Thalenhorst (Göttingen).

## VI. Krankheiten unbekannter oder kombinierter Ursachen

**Schönhar, S.:** Braunfleckengrind und Rindentod der Pappel. — Allg. Forstzeitschr. 27/28, 1956.

Der Erreger des Braunfleckengrindes in Pappeln (insbesondere an *Populus robusta*) konnte bisher nicht gefunden werden. Die Isolierungsergebnisse des Autors machen indessen sehr wahrscheinlich, daß an dieser Krankheitserscheinung *Dothichiza populea* (Sacc. & Briand) — der Erreger des Pappelrindentodes — in noch nicht geklärter Art und Weise beteiligt ist. Raack (Göttingen).

## VIII. Pflanzenschutz

**Koppelberg, B.:** Die wirtschaftliche Bedeutung von Pflanzenschutzgroßaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Vergilbungskrankheit. — Mitt. Biol. Bundesanst. (Berlin-Dahlem), H. 85, 84–92, 1956.

Die Erfolgsaussichten einer Überträgerbekämpfung zur Verminderung der Vergilbungsschäden im rheinischen Zuckerrübenbau werden an Hand einer statistischen Großberechnung aus den Jahren 1953 und 1954 untersucht. In beiden Jahren wurde das Bekämpfungsmittel Systox unter Oberleitung des Pflanzenschutzamtes von Spritzwarten ausgebracht. Abgabe des Mittels und Verrechnung der Mittelkosten erfolgte durch die beteiligten Zuckerfabriken, so daß eine hinreichend genaue



Übersicht über die Zahl der Spritz- und Nichtspritzbetriebe gegeben war. Zur Kontrolle des Spritzerfolges wurden dann die Unterlagen der Zuckerfabriken (Anbaufläche, abgelieferte Rüben, bestimmter Zuckergehalt) auf breiter Basis verrechnet. In beiden Jahren lieferten die Spritzbetriebe mehr Rüben an die Fabriken ab als die Nichtspritzbetriebe. Im Jahre 1954 fand die Spritzaktion auf breiterer Grundlage statt als im Jahre 1953 und auch unter sehr verschiedenen Befallsverhältnissen. Dabei zeigte sich deutlich, daß der für die einzelnen Kreise errechnete Mehrertrag um so höher lag, je stärker der betreffende Kreis von der Vergilbungskrankheit befallen war, und die erzielten Mehrerträge lagen zwischen 3 und 20% der nicht behandelten Betriebe. Umfangreiche Rentabilitätsberechnungen lassen erkennen, daß die Spritzungen in den meisten Fällen rentabel waren. Verf. kommt zusammenfassend zu dem Schluß, daß die Bekämpfung der Vergilbungsschäden in den von ihm untersuchten Jahren durchaus am Platze war und betont die wichtige Rolle des Pflanzenschutzes im Rahmen der modernen Landwirtschaft.

Steudel (Elsdorf/Rhld.).

**Franssen, C. J. H., Wit, S. L. & van Genderen, H.:** DDT residu's bij de erwenteelt. — T. Plantenziekten 61, 145–153, 1955.

In den USA wird DDT-Behandlung von Konservenerbsen verboten, weil durch Verfütterung des Stroh an Rindvieh merkbare DDT-Mengen in die Milch gelangen können. In England ist man nicht dieser Ansicht. Da in Holland DDT-Behandlung von Erbsen gegen den Blattrandkäfer *Sitona lineatus* (600 g/ha), die Erbsengallmücke *Contarinia pisi* (1–2 × 500 g/ha) und den Erbsenwickler *Enarmonia nigricana* (2 kg/ha) viel geübt wird, haben Verf. die Höhe der DDT-Rückstände bei grünem, frischem und ensilierten Laub sowie bei Trockenstroh 2 Jahre lang nach Verwendung der genannten Mengen untersucht. Während frisches Erbsenlaub unter diesen Bedingungen erhebliche Mengen von DDT enthalten kann, wird dieses bei der Ensilierung praktisch völlig zersetzt. Anscheinend geht diese Zersetzung bei hohem pH langsamer vor sich als bei niederem. Aber selbst unter schlechten Ensilierungsbedingungen wurde immer ein Viehfutter erhalten, das vom hygienischen Gesichtspunkt keinen Anlaß zu Bedenken gab. Dagegen wird empfohlen die Bekämpfung des Erbsenwicklers mit Parathion statt mit DDT durchzuführen, wenn man die Erbsen trocken ernten will, da in trockenem Erbsenstroh sonst bedeutende Mengen DDT zurückbleiben.

Breiner (Neuß).

**D'Ans, A. M. & Schulze, B.:** Elektronenmikroskopische Untersuchungen an imprägnierten Hölzern. Holz als Roh- und Werkstoff 14, 252–256, 11 Abb., 2 Tab., 7 Ref., 1956.

Um die Ablagerungen von Fluorverbindungen ( $\text{ZnSiF}_6$  und dem Holzschutzsalz KFHF) und  $\text{HgCl}_2$  zu ermitteln, wurden von parallel zur Tränkfläche in tangentialer Längsrichtung hergestellten Anschnitten im imprägniertem Bereich der Kiefernspiltholz-Normalklötchen Abdrucke mit einer Lackfolie nach dem Mahlischen Verfahren gemacht und mit dem Elektronenmikroskop bei Vergrößerungen von 1200 und 7000 untersucht. Dadurch werden die aus den Imprägnierlösungen auskristallisierten Teilchen sichtbar und ausmeßbar. Die Teilchendichte nimmt im imprägnierten Bereich von außen nach innen ab. Auch jenseits der Grenze zwischen imprägniertem und nicht imprägniertem Holz, die durch die Zirkon-Alizarin-Reaktion auf Flour sichtbar gemacht werden kann, sind noch Teilchen nachweisbar. In feuchtem Holz erfolgt die Ablagerung in kleineren Teilchen als in trockenem, auch dringt die Imprägnierlösung gleichmäßiger und tiefer in es ein. Im trockenen Holz ist die allgemeine Eindringtiefe geringer, im Spätholz größer als im Frühholz.  $\text{HgCl}_2$  kristallisiert in 2 verschiedenen Teilchengrößen aus. Quantitative Ergebnisse wurden noch nicht erzielt.

Weidner (Hamburg).

---

Verantwortlicher Schriftleiter: Professor Dr. Dr. h. c. Hans Blunck, (22c) Pech bei Godesberg, Huppenbergstraße. Verlag: Eugen Ulmer, Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturwissenschaften, Stuttgart, Gerokstraße 19. Druck: Ungeheuer & Ulmer, Ludwigsburg. Erscheinungsweise monatlich einmal. Bezugspreis ab Jahrgang 1955 (Umfang 800 Seiten) jährlich DM 85.—. Die Zeitschrift kann nur jahrgangsweise abgegeben werden. Die Verfasser von Originalarbeiten erhalten auf Wunsch 20 Sonderdrucke unberechnet, falls eine Bestellung spätestens bei Rückgabe des Korrekturabzuges an die Schriftleitung erfolgt; sie räumen dem Verlag das Recht ein, die Herstellung von Fotokopien zu genehmigen. Anzeigenannahme: Stuttgart O, Gerokstraße 19. — Postscheckkonto Stuttgart 7463.



# Eine kleine Auswahl bewährter Pflanzenschutz-Literatur

(vollständiger Katalog auf Wunsch kostenlos vom Verlag)

## Atlas der Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen

Herausgegeben von Prof. Dr. O. v. Kirchner. Format jeder Tafel 17,4 × 24,8 cm.

- I. Serie: **Getreidearten.** Vergriffen.
- II. Serie: **Hülsenfrüchte, Futtergräser und Futterkräuter.**  
22 Farbtafeln mit Text. In Mappe DM 14.40.
- III. Serie: **Wurzelgewächse und Handelsgewächse.**  
28 Farbtafeln mit Text. 2. Auflage. In Mappe DM 18.—.
- IV. Serie: **Gemüse- und Küchenpflanzen.**  
14 Farbtafeln mit Text. 2. Auflage. In Mappe DM 10.80.
- V. Serie: **Obstbäume.**  
30 Farbtafeln mit Text. 2. Auflage. In Mappe DM 16.20.

## Grundriß des praktischen Pflanzenschutzes

Von Oberreg.-Rat Dr. Karl Böning, München. 2. erweiterte Auflage (1957). 185 Seiten mit 68 Abbildungen. DM 8.40.

*Auf vielfachen Wunsch ist als verbesserter Sonderdruck aus der „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten“ Heft 5/1955 erschienen:*

## Fortschritte im Wissen vom Wesen und Wirken der Viruskrankheiten

(Nach einem auf der 117. wissenschaftl. Tagung des Naturhistor. Vereins der Rheinlande und Westfalens am 27. 11. 1954 in Bonn gehaltenen Vortrag.) Von Prof. Dr. H. Blunck. 66 Seiten mit 41 Abb. Preis DM 5.80.

## Die Schildläuse

(Coccidae) Europas, Nordafrikas und Vorderasiens. Von Dr. Leonh. Lindinger. Mit 17 Abb. Geb. DM 9.—. (Restauflage von 1912.)

## Krankheiten und Schädlinge im Acker- und Feldgemüsebau

Von Prof. Dr. B. Rademacher, Hohenheim. 2. verbesserte Auflage. 261 Seiten mit 126 Abbildungen und 3 Farbtafeln. Kart. DM 11.80. Ganzl. DM 13.—.

Die Weiterentwicklung insbesondere der Bekämpfungsmethoden führte in dieser Neuauflage zu teilweise erheblichen Ergänzungen. Neben den bewährten Maßnahmen wurde ausführlich auf die neuzeitlichen Pflanzenschutzmittel, aber auch deren Grenzen und Gefahren eingegangen. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, daß von der Biologie der Schädiger jeweils alles gesagt wird, was zum Verständnis des Schadens und der Bekämpfung notwendig ist. Im ganzen aber wurde der Charakter des Buches als einer knapp gefaßten Schrift für den vielbeschäftigten Lehrer, Berater und Praktiker sowie für diejenigen, welche in ihrer Ausbildung dem Pflanzenschutz nur eine beschränkte Zeit widmen können, bewahrt.

## Schädlingsbekämpfung im Obstbau

Von Prof. Dr. Fritz Stellwaag, Geisenheim. 2. Auflage (1957). 122 Seiten mit 77 Abbildungen. DM 5.40.

## Schädlingsbekämpfung im Weinbau

Von Prof. Dr. F. Stellwaag, Geisenheim a. Rh. 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage. 112 Seiten mit 74 Abbildungen. DM 3.85.

## Die Ernährungsstörungen der Rebe, ihre Diagnose und Beseitigung.

Von Prof. Dr. Fritz Stellwaag unter Mitwirkung von Prof. Dr. E. Knickmann, beide Geisenheim. 78 Seiten mit 44 Textabbildungen und 2 Farbtafeln. Preis in Halbl. geb. DM 5.60.



# ZEITSCHRIFT für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz

Herausgegeben von

**Professor Dr. Dr. h. c. Hans Blunck**

Pech bei Godesberg, Huppenbergstraße, Fernruf Bad Godesberg 7879

---

Erscheint monatlich im Umfang von 48—80 Seiten mit Abbildungen

Seit 1955: Preis des Jahrgangs (Umfang jetzt 800 Seiten) DM 85.—

---

## An die Herren Mitarbeiter!

Die „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten“ bringt Originalabhandlungen, kleinere Mitteilungen und Besprechungen über neue Arbeiten aus dem Gesamtgebiet der Pflanzenkrankheiten und des Pflanzenschutzes.

Der Umfang der Beiträge, die im wesentlichen nur Neues bringen und noch nicht an anderer Stelle veröffentlicht sein dürfen, soll im allgemeinen  $\frac{1}{2}$  Bogen nicht überschreiten. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse am Schluß der Arbeit ist erwünscht. Die Mitarbeiter werden gebeten, den Text möglichst knapp zu fassen und die Beigabe von Tabellen, Kurven und Abbildungen auf das unbedingt Notwendige zu beschränken. Die Abbildungen müssen so gehalten sein, daß sie sich zur Reproduktion durch Zinkographie (Federzeichnungen, möglichst in schwarzer Tusche auf weißem Papier oder Karton) oder durch Autotypie (möglichst scharfe und kontrastreiche Lichtbilder, evtl. auch Bleistift- und Tuschzeichnungen mit Halbtönen) eignen. Bleistiftzeichnungen sind „fixiert“ einzuliefern. Kurven dürfen nicht auf grünem oder rotem, höchstens auf blauem, beim Druck verschwindenden Millimeterpapier gezeichnet sein. Die erwünschte Verkleinerung (höchstens  $\frac{2}{3}$ ) ist auf den Abbildungen zu vermerken. In der am Schluß der Arbeit zu bringenden Übersicht über das angezogene Schrifttum sind Werke, die dem Verfasser nicht oder nur in Form einer Besprechung zugänglich waren, durch \* zu kennzeichnen. Die Literaturangaben sollen bei Einzelwerken Titel, Seite, Verlagsort und -jahr, bei Artikeln aus Zeitschriften auch deren Titel (in üblicher Abkürzung), Band (fett in arabischen Ziffern und ohne „Band“, „vol.“, usw.), Seite und Jahr enthalten.

Die Manuskripte sind nur einseitig beschrieben und möglichst in Schreibmaschinenschrift völlig druckfertig einzuliefern (Personennamen sind \_\_\_\_\_, lateinische Gattungs- und Artnamen ~~~~, fett zu Druckendes ist zu unterstreichen). Korrekturkosten, die mehr als 10% der Satzkosten betragen, fallen dem Verfasser zur Last.

Korrektur liest der Verfasser, Revision nur die Schriftleitung. Bereits die Fahnenkorrektur ist daher vom Verfasser nach Einreihen der Abbildungen ohne das Manuskript mit dem Imprimatur („nach Korrektur druckfertig“) an die Schriftleitung zurückzusenden. Die Verfasser werden gebeten, in ihrem eigenen Interesse die Korrekturen sorgfältigst zu lesen.

Die Mitarbeiter erhalten, falls bei Rücksendung der ersten Korrektur bestellt, 20 Sonderdrucke unentgeltlich, bei Zusammenarbeit mehrerer Verfasser je 15 Stück. Dissertationsexemplare werden nicht geliefert.

Das Honorar für Referate beträgt DM 100.— je Druckbogen (16 Seiten). Originalarbeiten werden mit DM 50.— je Druckbogen honoriert. Das Honorar wird am 1. Januar und am 1. Juli vom Verlag ausgeschüttet. Raum für „Entgegnungen“, Abbildungen und Tabellen wird nicht vergütet.

Das Eigentumsrecht an allen Beiträgen geht mit der Veröffentlichung auf den Verlag über.

**Der Verlag:**

Eugen Ulmer in Stuttgart  
Gerokstraße 19

**Der Herausgeber:**

Hans Blunck.